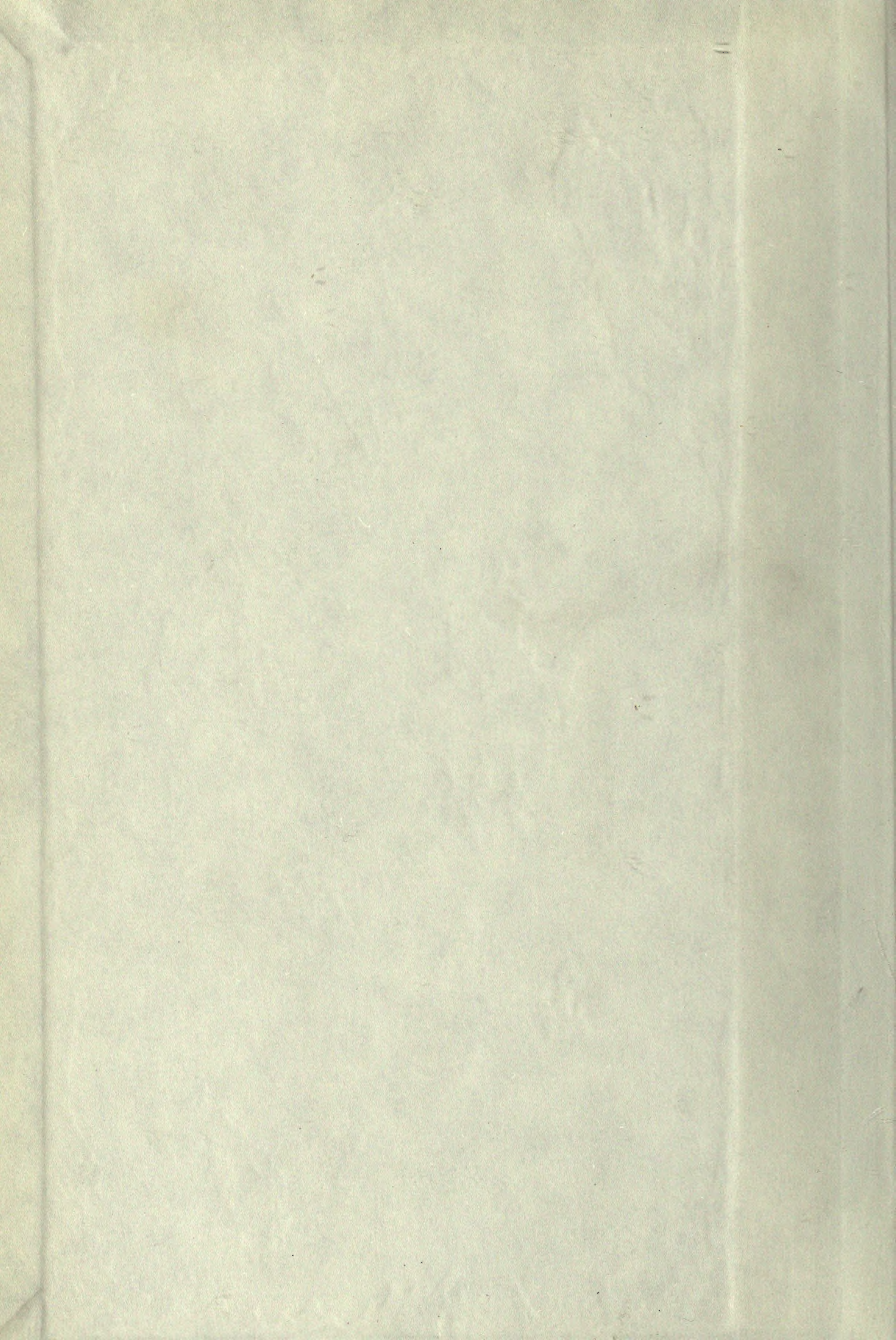
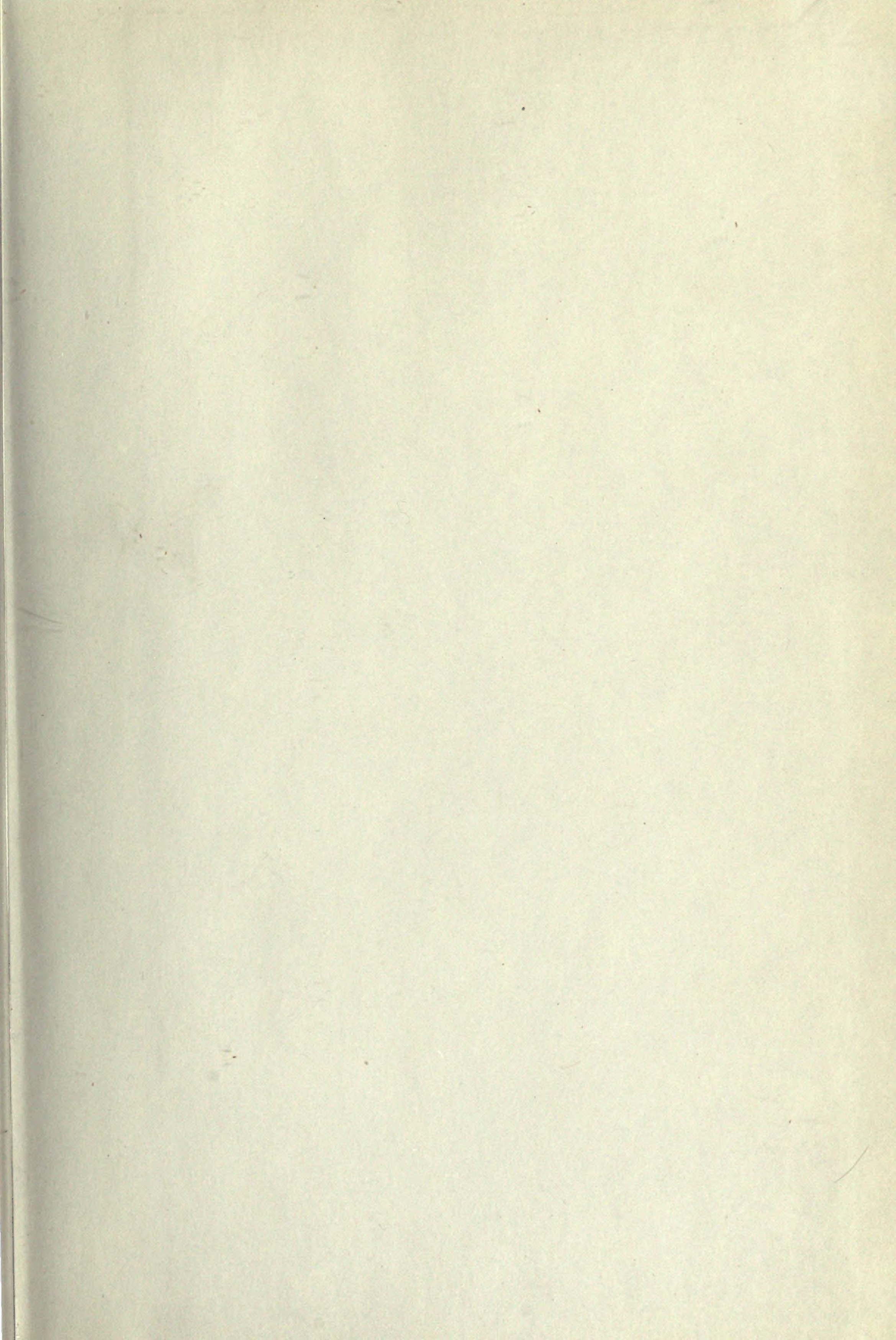
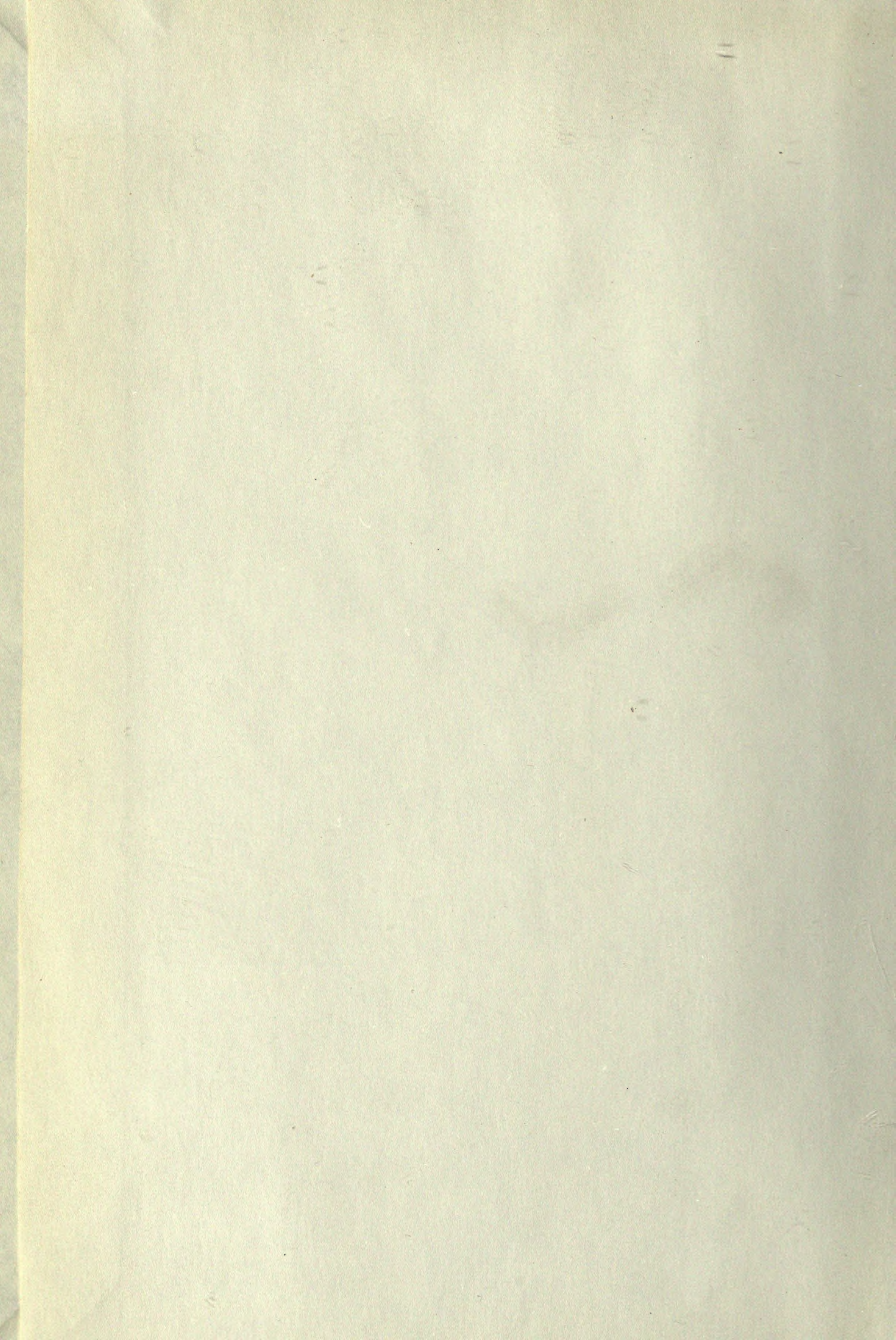
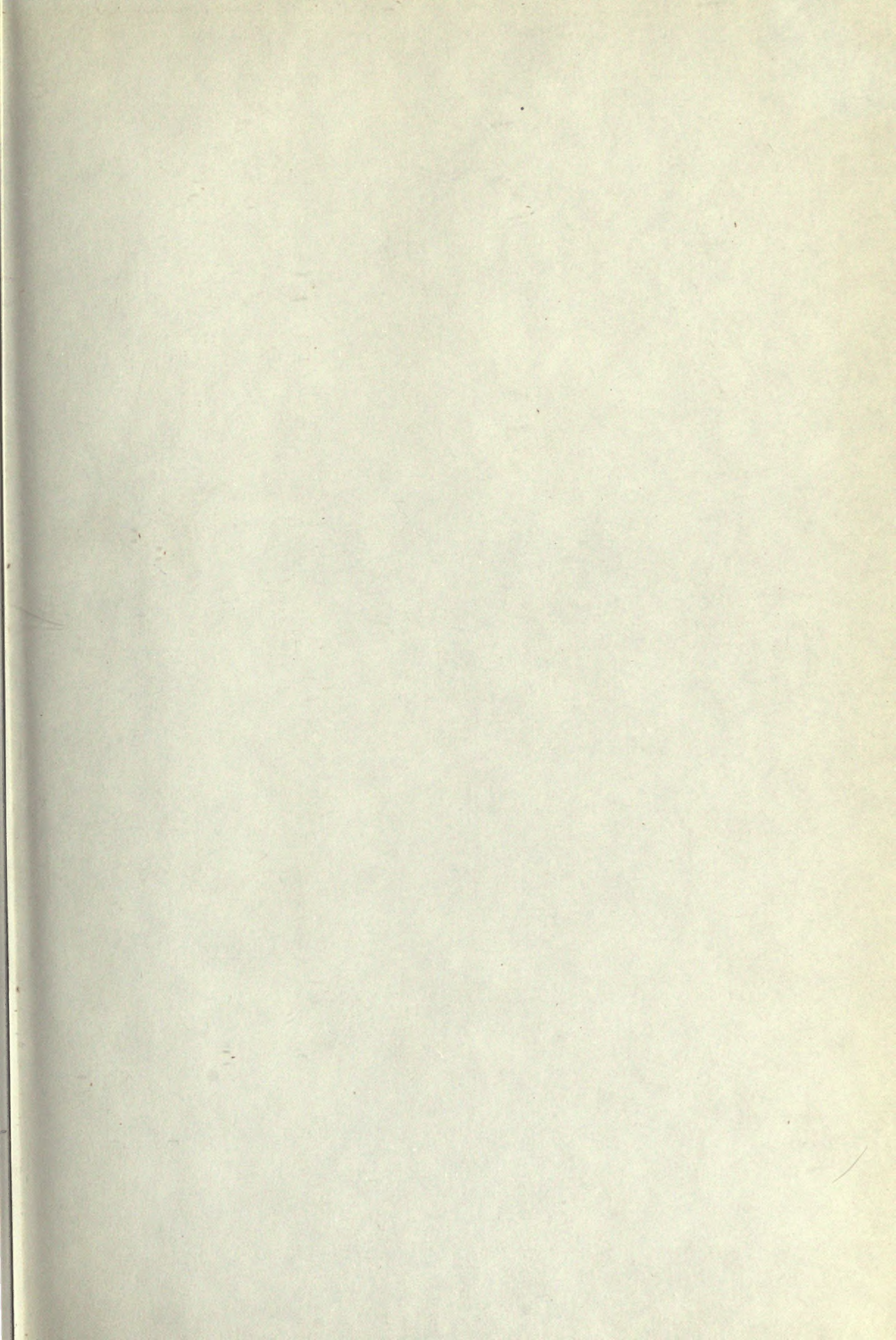
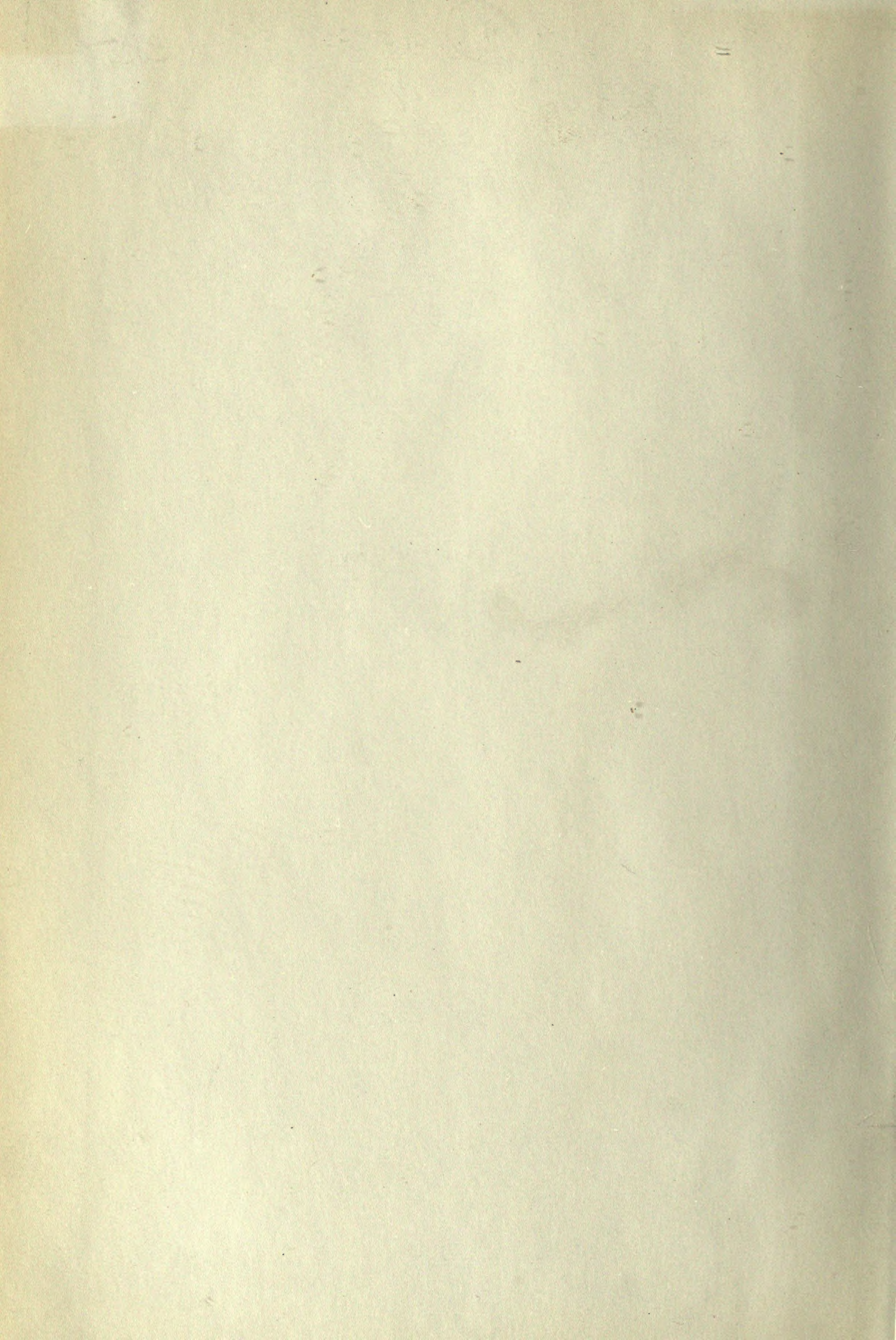

UNIVERSITY OF TORONTO
3 1761 01230860 7











Brehms Tierleben

Erster Band.

Allgemeine Naturkunde.

Brehms Tierleben.

Vierte, neubearbeitete Auflage. Unter Mitarbeit von Dr. Viktor Franz, Dr. Georg Grimpe, Prof. Dr. Ludwig Heck, Prof. Dr. Friedrich Hempelmann, Prof. Dr. Richard Heymons. Dr. Max Hilzheimer, Prof. Dr. William Marshall †, Dr. Ludwig Nick †, Prof. Dr. Heinrich Simroth †, Prof. Dr. Otto Steche, Dr. Erich Wagler und Prof. Dr. Franz Werner herausgegeben von Prof. Dr. Otto zur Strassen. 13 Bände. Mit 1803 Abbildungen im Text und auf 633 Tafeln in Farbendruck, Ätzung und Holzschnitt sowie 13 Karten.

Der Mensch.

Von Prof. Dr. Johannes Ranke. Dritte Auflage. 2 Bände. Mit 695 Abbildungen im Text (1714 Einzeldarstellungen), 7 Karten und 64 Tafeln in Farbendruck, Ätzung und Holzschnitt.

Völkerkunde.

Von Prof. Dr. Friedrich Ratzel. Zweite Auflage. 2 Bände. Mit 1103 Abbildungen im Text, 6 Karten und 56 Tafeln in Farbendruck und Holzschnitt.

Die Pflanzenwelt.

Von Prof. Dr. Otto Warburg. 3 Bände. Mit mehr als 900 Abbildungen im Text und über 80 Tafeln in Farbendruck und Ätzung.

Pflanzenleben.

Von Prof. Dr. Anton Kerner von Marilaun. Dritte, von Prof. Dr. Adolf Hansen neubearbeitete Auflage. 3 Bände. Mit 472 Abbildungen im Text, 3 Karten und 100 Tafeln in Farbendruck, Ätzung und Holzschnitt.

Erdgeschichte.

Von Prof. Dr. M. Neumayr. Zweite, von Prof. Dr. V. Uhlig bearbeitete Auflage. 2 Bände. Mit 873 Abbildungen im Text, 4 Karten und 34 Tafeln in Farbendruck und Holzschnitt.

Das Weltgebäude.

Eine gemeinverständliche Himmelskunde. Von Dr. M. Wilh. Meyer. Zweite Auflage. Mit 291 Abbildungen im Text, 9 Karten und 34 Tafeln in Farbendruck, Ätzung und Holzschnitt.

Die Naturkräfte.

Ein Weltbild der physikalischen und chemischen Erscheinungen. Von Dr. M. Wilh. Meyer. Mit 474 Abbildungen im Text und 29 Tafeln in Farbendruck, Ätzung und Holzschnitt.

Leipzig und Wien

Bibliographisches Institut.

Brehms Tierleben

Allgemeine Kunde des Tierreichs.

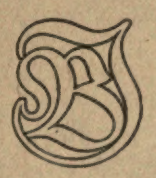
Mit 1803 Abbildungen im Text, 633 Tafeln in Farbendruck, Kupferätzung und Holzschnitt und 13 Karten.

Vierte, vollständig neubearbeitete Auflage,

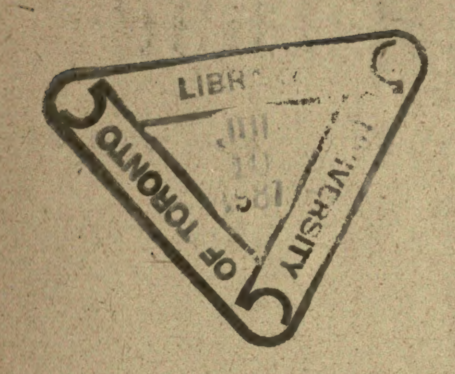
herausgegeben von

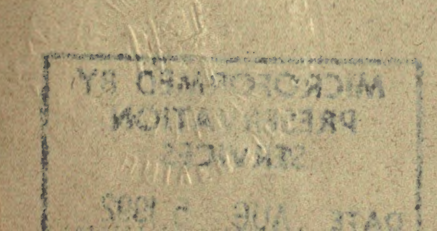
Prof. Dr. Otto zur Straßen.

Niedere Tiere.



Leipzig und Wien
Bibliographisches Institut
1918.





Die niederen Tiere

Einzeller, Schwämme, Hohltiere, Würmer, Muschellinge, Stachelhäuter, Weichtiere und Krebse.

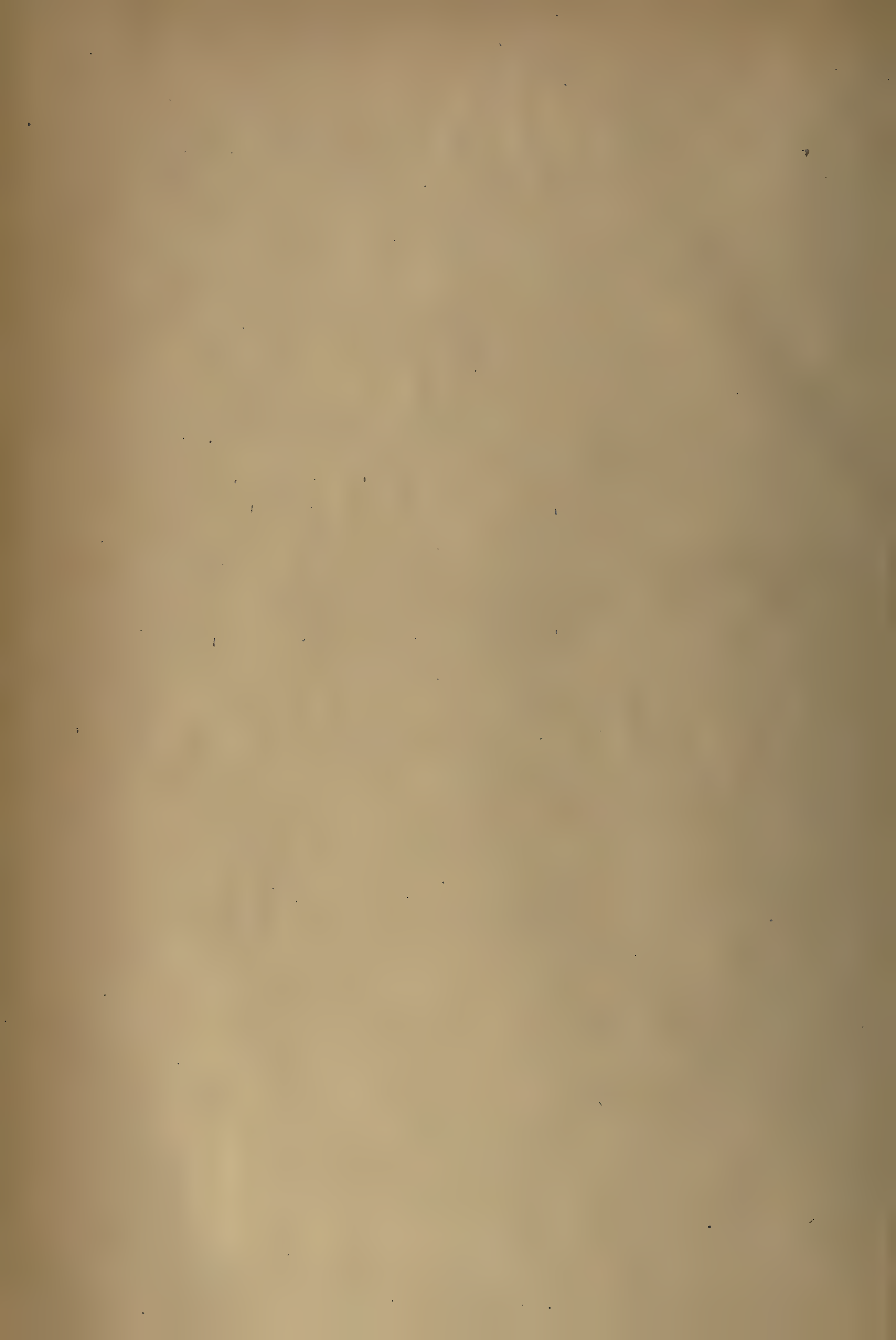
Neubearbeitet von

Viktor Franz, Georg Grimpe, Friedrich Hempelmann, Ludwig Nick †, Heinrich Simroth † und Erich Wagler.

Mit 352 Abbildungen im Text, 25 farbigen und 4 schwarzen Tafeln von F. Etzold, P. Flanderky, G. Grimpe, R. Koch, H. Morin, G. Mützel, F. Schmidt-Kahring, J. Schmidt, H. Simroth und E. Wagler, 27 Tafelseiten nach Photographien und Zeichnungen und 2 Kartenbeilagen.

Mit einer Lebensbeschreibung Alfred Edmund Brehms von Ernst Krause und einer allgemeinen Einführung von Otto zur Strassen.

Leipzig und Wien
Bibliographisches Institut
1918.



Aus dem Vorworte zur ersten Auflage.

Unser reiches Schrifttum besitzt viele tierkundliche Werke von anerkannter Trefflichkeit, aber wenige, in denen die Lebenskunde der Tiere ausführlich behandelt ist. Man begnügt sich, zumal in den oberen Klassen, mit einer möglichst sorgfältigen Beschreibung des äußeren und inneren Tierleibes, ja, man gibt sich zuweilen den Anschein, als halte man es für unvereinbar mit der Wissenschaftlichkeit, dem Leben und Treiben der Tiere mehr Zeit und Raum zu gönnen als erforderlich, um zu beweisen, daß der in Rede stehende Gegenstand ein lebendiges, d. h. nicht bloß ein fühlendes und bewegungsfähiges, sondern auch ein handelndes und wirkendes Wesen ist.

Die Ursachen dieses ebenso ungerechtfertigten wie einseitigen Verfahrens sind unschwer zu erkennen. Unsere Meister der Tierkunde zieren die Hochschulen oder wirken an den öffentlichen Sammlungen. Hier haben sie eine für die Zergliederungs- und Systemkunde verlockende Menge von Stoff zur Verfügung, und wenn sie diesen Stoff wirklich bewältigen wollen, bleibt ihnen zur Beobachtung des Lebens der Tiere keine Zeit — ganz abgesehen davon, daß zu solcher Beobachtung ein Jäger- und Wanderleben eine der ersten Bedingungen ist.

Wir danken gedachten Forschern überaus wichtige Aufschlüsse über den äußeren und inneren Bau des Tierleibes und hierdurch Erklärung gewisser Lebensäußerungen; wir sehen in ihnen immer die das Ganze überblickenden und ordnenden Meister der Wissenschaft und sind geneigt, die jagenden und sammelnden Reisenden jenen gegenüber als Gehilfen und Handlanger zu betrachten, obgleich wir uns nicht verhehlen können, daß nur sie es sind, welche uns mit dem ganzen Tiere bekannt machen. Denn erst das lebende Tier ist ein „fühlendes und bewegungsfähiges" Wesen: das tote, ausgestopfte, in Weingeist aufbewahrte ist und bleibt immer nur ein Gegenstand.

Die Reisenden und die unsere Fluren jagend durchstreifenden Forscher also sind es, von denen wir Schilderungen des Tierlebens fordern müssen und fordern dürfen. Ihnen ist die Aufgabe geworden, vor allem das lebende Tier ins Auge zu fassen; für die wissenschaftliche Behandlung des toten Tieres finden sich andere Kräfte: denn auch für das ersprießliche Gedeihen der Tierkunde ist Teilung der Arbeit unerläßliche Bedingung.

Solche Ansichten haben mich bestimmt, das vorliegende Buch zu schreiben. Durch Lehre und Vorbild meines unvergeßlichen Vaters bin ich von Jugend auf zur eigenen Beobachtung der Tiere veranlaßt worden und habe hierzu später, während eines langjährigen Wanderlebens im Norden und Süden sowie in meinem späteren Wirkungskreise, manche Gelegenheit gefunden, die vielen anderen verschlossen blieb. Dessenungeachtet hielt ich meine Beobachtungen allein zu einer Veröffentlichung nicht für wichtig genug und glaubte deshalb, sie mit den Erfahrungen anderer verschmelzen zu müssen. Hierdurch mußte die Arbeit das Gepräge einer allgemeinen Tierkunde erhalten, und da diese Allgemeinheit nun einmal angebahnt, beschloß ich, den ursprünglichen Plan so zu erweitern, wie er jetzt in der Ausführung vorliegt.

Älteren Beobachtern habe ich ihr Erstlingsrecht stets gewahrt, wenn ich fand, daß die Beobachtungen richtig oder mindestens wahrscheinlich; ich habe dies auch dann getan, wenn ich die betreffenden Tiere selbst beobachtet hatte, und ebenso haben die Künstler es angegeben, ob sie das lebende Tier gezeichnet, oder nur eine gute Abbildung benutzt. Wo ich konnte, bin ich an die Quelle gegangen, und nur bei unwesentlichen Angaben, beispielsweise bei der Wiedergabe altklassischer Stellen, habe ich das unterlassen: ich hatte Wichtigeres zu tun, als in altem Wuste zu wühlen. Wenn also hinsichtlich solcher Angaben Fehler bemerkt werden, mag Oken sie verantworten.

Vorwort zur zweiten Auflage.

Ein Buch wie das „Tierleben", welches eine übereinstimmend günstige Beurteilung erfahren und eine allgemeine Verbreitung gefunden hat, von allen Lehrern mit Freude und Dank begrüßt, von allen Lernenden mit Vergnügen und Nutzen gelesen, auch in die Sprachen fast aller gebildeten Völker übertragen worden ist, legt seinen Verfassern die zwingende Verpflichtung auf, jede neu erscheinende Auflage der sorgfältigsten Umarbeitung zu unterziehen. Dieser Verpflichtung, ohne irgendwelche Rücksicht auf den Inhalt der ersten Auflage, nachzukommen, habe ich mich nach besten Kräften bestrebt; sie ist ebenso von meinen Herren Mitarbeitern bedingungslos anerkannt und erfüllt worden; sämtliche mitwirkenden Künstler haben dieselben Grundsätze befolgt; die Verlagshandlung hat allen Wünschen Rechnung getragen, überhaupt keine Opfer gescheut, um die gestellte Aufgabe zu ermöglichen; viele Freunde des Werkes endlich haben es sich angelegen sein lassen, dasselbe durch wertvolle Beiträge zu fördern. Das „Tierleben" erscheint, dank solchem Zusammenwirken, in durchaus veränderter Gestalt, berichtigt, verbessert, bereichert und vervollständigt nach allen Richtungen hin: ein neues Buch unter altem Titel. Sein Gepräge aber haben wir nicht verwischen, seine Eigenschaft als volkstümliches Werk ihm nicht rauben wollen.

Nach wie vor soll das „Tierleben" bestimmt sein, in gebildeten Familien sich einzubürgern und zu einem Hausschatze im besten Sinne des Wortes zu werden. Für streng wissenschaftliche Kreise ist es nicht geschrieben, für unreife Kinder ebensowenig; gleichwohl dürften jene auch in dem volkstümlichen Buche manches Beachtenswerte finden und werden diese, durch Vermittelung Erwachsener, seinen Inhalt sich erschließen können.

Von diesen und den früher erörterten Gesichtspunkten aus wolle man auch die neue Auflage betrachten. Das „Tierleben" hat, meiner Ansicht nach, selbst eine strengere Beurteilung nicht zu fürchten. Wer in ihm sucht, was er nach Titel und Anlage zu finden berechtigt ist, wird sich nicht getäuscht sehen; wer sich des Titels stets erinnert, das nicht suchen, was er nicht finden kann. Mängel und Irrtümer haften erklärlicherweise wohl auch dieser Auflage an; sie hervorzuheben und zu berichtigen, damit sie später vermieden werden können, möge die dankenswerte Aufgabe des Lesers sein. Eine sachgemäße und wohlwollende Beurteilung wird mich stets zu warmem Danke verpflichten, eine von Mißgunst oder vom Parteistandpunkte beeinflußte, böswillige Bemängelung auch fernerhin unnahbar finden.

Berlin, am 6. März 1876.

A. E. Brehm.

Aus dem Vorworte zur dritten Auflage.

Auf den Wunsch des Bibliographischen Instituts, „Brehms Tierleben“ in dritter Auflage durchzuarbeiten und herauszugeben, bin ich um so freudiger eingegangen, als auch ich dem Werke nicht geringe Anregung und Belehrung zu verdanken habe.

Die glückliche Anlage und Gesamtauffassung treu zu wahren und bei der Bearbeitung die Rücksicht und Sorgfalt zu bekunden, welche dem Verfasser wie dem eigenartigen und so erfolgreichen Buche gebührt, erschien mir als erste Pflicht. Diese zu erfüllen habe ich mich bemüht, auch dort, wo durchgreifende Änderungen geboten waren.

Der Aufschwung der Erdkunde, hervorgerufen durch zahlreiche Expeditionen nach fremden Ländern und genährt durch die steigende Teilnahme an kolonialen Bestrebungen, hat auch die Kunde des Tierlebens wesentlich gefördert, und zwar nicht zum wenigsten infolge von Brehms anreizendem Wirken. Die Bewohner ferner Gebiete werden jetzt vielseitiger und schärfer beobachtet, umsichtiger und schlichter geschildert als in früherer Zeit.

So hat sich auch ein Wandel in der Auffassung vom Wesen vieler Tiere, zumal der Schreckgestalten der Wildnis, verhältnismäßig rasch vollzogen, und dieser Wandel der Auffassung mußte in der neuen Auflage des vorliegenden Buches zum Ausdruck kommen. Ältere und einseitige Berichte habe ich durch neue und umfassendere ergänzt, vielfach auch ersetzt und Lebensschilderungen von Tieren, welche in die frühere Auflage noch nicht aufgenommen werden konnten, eingefügt.

Es ergab sich bald, daß die Aufgabe, die ich übernommen hatte, eine Arbeitsleistung erforderte, welcher der einzelne in der vereinbarten Zeit nicht gerecht werden konnte. Deshalb wurde es notwendig, einen Mitarbeiter zu suchen, der geneigt war, das Systematische des Werkes zu übernehmen. Ich fand einen solchen in Herrn Dr. Wilhelm Haacke, dessen veränderte Einteilung des Stoffes den Gesamtinhalt nicht beeinflußt, aber den Einblick in den verwandtschaftlichen Zusammenhang der in ihrem Leben geschilderten Formen erleichtern soll.

Diejenigen Tierfreunde, welche seit Jahren in der Stille ihre Beobachtungen und Berichtigungen an das Bibliographische Institut eingesendet haben, werden sich überzeugen, daß ihre nachmals mir übergebenen Beiträge allenthalben Verwendung gefunden haben. Mit dem warmen Danke für ihre Bemühungen verbinde ich die an sie und alle Beobachter gerichtete freundliche Bitte, in solcher Weise auch fernerhin den Aufbau der Tierlebenkunde zu unterstützen.

Jena, am 1. Juli 1890.

Pechuel-Loesche.

Vorwort zur vierten Auflage.

Mit dem Erscheinen des Bandes „Niedere Tiere“ gelangt die vierte Auflage des „Brehm“ noch während des Krieges zum Abschluß. Man wird der Verlagsanstalt, die allen Schwierigkeiten und Hemmnissen zum Trotz das Werk zu Ende führte, Dank und Anerkennung nicht versagen.

Schon vor dem Kriege haben persönliche Geschicke der zur Mitarbeit Berufenen mehrfach verzögernd und störend auf die Herausgabe eingewirkt. Planmäßig sollte die Vogelabteilung, von W. Marshall bearbeitet, zuerst erscheinen. Als aber der feinsinnige, in weiten Kreisen beliebte Verfasser der „Spaziergänge eines Naturforschers“ unerwartet starb, erwies sich sein Manuskript als unvollendet. Es wurde von Hempelmann und mir druckfertig gemacht, was bei den ersten Bänden in ziemlicher Eile geschehen mußte. Erst beim vierten Vogelbande fand ich zu einer gründlicheren Umarbeitung die nötige Zeit. Danach erkrankte und starb der treffliche O. Boettger, der, wie schon bei der dritten Auflage, die Darstellung der Lurche und Kriechtiere übernommen hatte. Für ihn fand sich in dem bekannten Wiener Herpetologen F. Werner vollwertiger Ersatz. L. Heck, in dessen berufenen Händen die Abteilung der Säuger lag, sah sich aus Zeitmangel später veranlaßt, die Raubtiere und Paarhufer an den bewährten Kenner der Haussäugetiere M. Hilzheimer abzutreten. — O. Steche hat, wie vorgesehen war, die Fische, R. Heymons Tausendfüßer, Insekten und Spinnen dargestellt. Mit diesen Gruppen sind die beiden Forscher durch eigene Untersuchungen aufs gründlichste vertraut.

Die Neubearbeitung der im vorliegenden Bande behandelten „Niederen Tiere“ wollte ich selbst übernehmen. Allein die Pflichten eines neuen Amtes einerseits, die unerwartet starke Inanspruchnahme meiner Zeit durch die Herausgabe des Werkes anderseits verhinderten mich an der Ausführung. So wurde der Stoff unter mehrere Fachkenner verteilt. H. Simroth übernahm die ihm so wohlvertrauten Mollusken. Der geistvolle Gelehrte starb, ehe sein Manuskript ganz vollendet war. Die noch fehlenden Kopffüßer hat G. Grimpe, ein Schüler Chuns und Simroths, hinzugefügt. F. Hempelmann, der Bearbeiter der Würmer, V. Franz, dem Einzellige und Krebse, und L. Nick, dem Schwämme, Nesseltiere und Stachelhäuter anvertraut worden waren, rückten mit Kriegsbeginn ins Feld. In Bialowies ist Nick, unter den jüngeren Zoologen der hoffnungsvollsten einer, an Ruhr verstorben. Sein Manuskript der Stachelhäuter, das noch nicht völlig fertig, vor allem zu umfangreich geworden war, wurde von Grimpe zum Druck vorbereitet. E. Wagler legte an die Abteilungen Würmer und Krebse, zu deren Abschluß die Herren Hempelmann und Franz im Felde außerstande waren, die letzte Hand.

Trotz aller Wechselfälle haben wir, so hoffe ich, den Plan der neuen Auflage, wie er im Einvernehmen mit der Verlagsanstalt von mir entworfen worden war, im ganzen durchgeführt. Es war uns klar, daß diesmal die Neubearbeitung sich nicht auf Einführung des

Neuentdeckten und Ausscheidung des Veralteten beschränken durfte, sondern — bei allem Streben, den Inhalt und die Form des altberühmten Werkes nach Möglichkeit zu bewahren — eine Änderung des Gesamtplanes in mehreren wesentlichen Punkten unvermeidlich war. Vor allem mußte die große Errungenschaft unserer Zeit, der Entwickelungsgedanke, stärker als bisher zum Ausdruck kommen; es war auf die Abstammung der Tiere, soweit sie sich mit Sicherheit beurteilen läßt, Bezug zu nehmen und die Reihenfolge, der stammesgeschichtlichen Entwickelung entsprechend, von den einfachsten Lebewesen zu höheren und höchsten emporzuführen. Sodann schien es angezeigt, mehr als früher auf den anatomischen Bau der Geschöpfe sowie die Arbeitsleistung ihrer inneren Teile einzugehen; denn mit der größeren Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnis ist auch das Laienpublikum in dieser Hinsicht anspruchsvoller geworden. Und endlich noch ein wichtiger Punkt: die Tierpsychologie. Im alten Brehm war oft von den „Gefühlen" der Tiere, besonders der Säuger und Vögel, von ihrem „Lieben", „Hassen" und „Fürchten" die Rede, und was sie Zweckmäßiges tun, wurde ohne viel Bedenken auf ihre „Intelligenz", ihren „Verstand" zurückgeführt. Das war in der Tat der übliche, auch von Gelehrten geteilte Standpunkt jener Zeit. Inzwischen aber ist hierin ein Umschwung eingetreten. Wir wissen jetzt, daß die Fähigkeit des „Lernens aus Erfahrung" zwar weit im Tierreich verbreitet ist, aber nur bei einer Anzahl höchster Säuger einen Grad erreicht, der es rechtfertigen mag, von „Intelligenz" zu reden. Und gerade mit den meistbewunderten Leistungen der Tiere hat diese Lernfähigkeit am wenigsten zu tun: diese beruhen vielmehr fast durchweg auf angeborenem „Instinkt". Was aber „Gefühle" und sonstigen Bewußtseinsinhalt der Tiere betrifft, so hat man eingesehen, daß wir darüber zur Zeit nichts Sicheres wissen, ja nicht einmal mit einiger Wahrscheinlichkeit Vermutungen bilden können, — je ferner uns eine Tierart körperlich steht, um so weniger; weshalb in dieser Hinsicht starke Zurückhaltung geboten ist. Dieser moderne Standpunkt mußte der neuen Auflage zugrunde gelegt werden. Soll doch der „Brehm" seinen Lesern in ihrem Verhältnis zum Tierreich ein zuverlässiger Führer sein. Daß unter dem veränderten Standpunkt nicht die Lebendigkeit der Darstellung leide, waren Herausgeber und Verfasser in gleichem Maße bemüht.

Der Illustrierung des Werkes ist, wie in früheren Auflagen, die allergrößte Aufmerksamkeit gewidmet worden. Daß diesmal neben dem altbewährten Holzschnitt auch der mechanischen Wiedergabe photographischer Aufnahmen nach dem Leben ein breiter Raum gewährt werden mußte, war selbstverständlich. Den schönsten Schmuck aber erhielt das Werk durch bunte Tafeln in ungewöhnlich großer Zahl, deren Vorlagen von Tiermalern ersten Ranges geschaffen wurden. So stammen die Vogel- und Säugetierbilder, neben ein paar Meisterwerken unseres Friese, zum größten Teil von W. Kuhnert, der wie kaum ein anderer das Tier in seiner natürlichen Bewegung und Umgebung zu schildern weiß, und der seine reiche Erfahrung noch eigens für das „Tierleben" durch eine 1½jährige Studienreise nach Afrika und Indien erweiterte. Insekten und andere niedere Tiere malte der feinempfindende Illustrator und Entomolog H. Morin-München; auch ihm steht die Kenntnis der Tropen aus eigener Anschauung zu Gebote. Ebenso hat P. Flanderky-Berlin, der sich besonders auf dem schwierigen Gebiete der Wassertierwelt — auch der mikroskopischen — betätigt, monatelang an der Meeresküste Studien gemacht. Andere vortreffliche Bilder haben die Herren J. Fleischmann-Wien, Joh. Gehrts, K. L. Hartig-Berlin, W. Heubach-München, C. Rungius, Frhr. v. Stenglin, C. Sterry-Berlin, A. Wagner-Kassel, W. Watagin, K. Wysotski beigesteuert. Die anatomischen Bilder stammen von den Herren Fiedler-Leipzig, Queißer-Berlin, Reichert-Leipzig, Roloff-Berlin, Schmidt-Kahring-Leipzig. Die

tiergeographischen Karten, auf denen die Verbreitung der verschiedenen Tierfamilien dargestellt ist, sind von Dr. Th. Arldt, dem bekannten Spezialisten auf diesem Gebiete, vollständig neu bearbeitet und auf 13 Tafeln mit 33 Karten vermehrt worden.

Allen unseren Künstlern und allen wissenschaftlichen Mitarbeitern, auch denen, die einzelne Teile des Werkes durchgesehen haben oder durch Mitteilungen und Änderungsvorschläge usw. ihm nützlich gewesen sind, nochmals aufrichtigen Dank! Verlag und Herausgeber hoffen, daß auch in Zukunft die Teilnahme kundiger Leser beitragen werde, den Inhalt durch wertvolle Einzelheiten zu bereichern, Fehler und Lücken zu beseitigen.

Nicht wenige der zur Darstellung gebrachten Objekte wurden im Ausland, besonders im British Museum und in den Zoologischen Gärten zu Amsterdam, Antwerpen, London und Rotterdam, gemalt, gezeichnet oder photographiert; ich danke den Verwaltungen der genannten Institute für die Bereitwilligkeit, mit der sie diese Studien zugelassen und gefördert haben.

Dem Bibliographischen Institut, das Mühe und Kosten nicht scheute, um das alte berühmte Werk mustergültig auszustatten, und das den hierauf bezüglichen, zum Teil recht weitgehenden Wünschen der Bearbeiter immer entgegenkam, gebührt der Dank aller Beteiligten. Dank auch der Schriftleitung, die ihres mühevollen Amtes mit Umsicht und feinem Verständnis gewaltet hat.

Dem Werke aber gebe ich einen innigen Wunsch mit auf den Weg. Möchte doch der neue „Brehm", wie seine früheren Auflagen, wiederum ein echtes Volksbuch werden. Möchte auch ihm vergönnt sein, zu seinem Teile mitzuwirken an der Erhaltung, Fortentwickelung und immer größeren Verbreitung des kostbarsten Eigentums, das unser Volk besitzt, worin seine ganze Kraft und Unzerstörbarkeit wurzelt, — der deutschen Bildung.

Im Felde, den 20. September 1918.

O. zur Strassen.

Inhalts-Übersicht.

Einzeller (Protozoa).

Erste Klasse:

Wurzelfüßer (Rhizopoda).

1. Ordnung: Wechseltierchen (Amoebozoa).

Unterordnung: Nackte Amöben (Amoebaea).

Unterordnung: Beschalte Amöben (Testacea).

A. Einkammerige (Monothalamia).

B. Vielkammerige (Polythalamia).

2. Ordnung: Sonnentierchen (Heliozoa).

3. Ordnung: Strahlentierchen (Radiolaria).

Unterordnung: Schaumstrahltiere, (Spumellaria [Peripylea]).

Unterordnung: Acantharia.

Unterordnung: Nassellaria (Monopylea).

Unterordnung: Phaeodaria (Tripylea).

Zweite Klasse:

Geißelträger (Flagellata).

1. Ordnung: Schlingentierchen (Proflagellata).

2. Ordnung: Nackte Geißelträger (Autoflagellata).

3. Ordnung: Panzergeißler (Dinoflagellata).

4. Ordnung: Blasengeißler (Cystoflagellata).

Dritte Klasse: Sporentierchen (Sporozoa).

1. Ordnung: Gregarinarien (Gregarinaria).

2. Ordnung: Kokzidiarien (Coccidiaria).

3. Ordnung: Myxosporidien (Myxosporidia).

Vierte Klasse:

Wimpertierchen (Ciliata).

Schwämme (Porifera oder Spongiae).

Erste Klasse:

Kalkschwämme (Calcarea oder Calcispongia).

Zweite Klasse:

Sechsstrahl- oder Glasschwämme (Hexactinellida).

Dritte Klasse:

Gemeinschwämme (Demospongia).

Hohltiere (Coelenterata).

Erster Unterkreis: Nesseltiere (Cnidaria).

Erste Klasse: Hydrozoa.

Zweite Klasse: Scheibenquallen (Scyphomedusae).

Dritte Klasse:
Blumentiere (Anthozoa).

Erste Unterklasse:
Achtstrahlige Polypen (Octanthida).

Zweite Unterklasse:
Sechsstrahlige Polypen (Hexanthida, Actinanthida).

Zweite Klasse:
Nuda.

Würmer.

Erste Klasse:
Plattwürmer (Plathelminthes).

1. Ordnung: Strudelwürmer (Turbellaria).

1. Unterordnung: Acoela.

2. Ordnung: Saug- oder Lochwürmer (Trematodes).

1. Unterordnung: Monogenea.

2. Unterordnung: Digenea.

3. Ordnung: Bandwürmer (Cestodes).

1. Gruppe: Cestodaria.

2. Gruppe: Echte Bandwürmer (Cestodes s. str.).

4. Ordnung: Schnurwürmer (Nemertini).

Zweite Klasse:
Rädertiere (Rotatoria).

Erste Unterklasse:
Digononta.

Zweite Unterklasse:
Monogononta.

Dritte Klasse:

Fadenwürmer (Nematodes).

Vierte Klasse:

Kratzer (Acanthocephali).

Fünfte Klasse:

Ringelwürmer (Annelides).

Erste Unterklasse:

Borstenwürmer (Chaetopoda).

2. Ordnung: **Wenigborster** (Oligochaeta).

Zweite Unterklasse:

Blutegel (Hirudinea).

Dritte Unterklasse:

Sternwürmer (Gephyrea).

Sechste Klasse:
Pfeilwürmer (Chaetognatha).

Siebente Klasse:
Binnenatmer (Enteropneusta).

Muschellinge (Molluscoidea).

Erste Klasse:
Moostiere (Bryozoa).

1. Ordnung: Ectoprocta.

1. Unterordnung: Armwirbler (Lophopoda, Phylactolaemata).

2. Unterordnung: Kreiswirbler (Stelmatopoda, Gymnolaemata).

2. Ordnung: Entoprocta.

Zweite Klasse:
Armfüßer (Brachiopoda).

1. Ordnung: Testicardines.

Stachelhäuter (Echinodermata).

Erster Unterkreis:

Gestielte Stachelhäuter (Pelmatozoa).

Einzige lebende Klasse:

Haarsterne oder Seelilien (Crinoidea).

Zweiter Unterkreis:

Ungestielte Stachelhäuter (Eleutherozoa).

Erste Klasse:

Seewalzen, Seegurken (Holothurioidea).

Zweite Klasse:
Seeigel (Echinoidea).

Erste Unterklasse:
Cidariformia (Regularia Endobranchiata).

Einzige Ordnung: **Cidaroidea.**

Zweite Unterklasse:
Diadematiformia.

1. Ordnung: **Regularia Ectobranchiata.**

2. Ordnung: **Irregularia.**

Dritte Klasse:
Seesterne (Asteroidea).

Erste Unterklasse:
Phanerozonia.

1. Ordnung: Papillopoda.

2. Ordnung: Valvata.

Zweite Unterklasse:
Cryptozonia.

1. Ordnung: Spinulosa.

2. Ordnung: Forcipulata.

Vierte Klasse:
Schlangensterne (Ophiuroidea).

1. Ordnung: Zygophiurae.

2. Ordnung: Streptophiurae.

3. Ordnung: Medusensterne (Cladophiurae).

Weichtiere (Mollusca).

Erste Klasse: Wurmmollusken (Amphineura).

1. Ordnung: Wurmmollusken im engeren Sinne (Aplacophora).

2. Ordnung: Käferschnecken (Placophora).

Zweite Klasse: Grabfüßer (Scaphopoda).

Dritte Klasse: Bauchfüßer, Schnecken (Gastropoda).

1. Ordnung: Vorderkiemer (Prosobranchia).

1. Unterordnung: Balkenzüngler (Docoglossa).

2. Unterordnung: Fächerzüngler (Rhipidoglossa).

3. Unterordnung: Bandzüngler (Taenioglossa).

7. Unterordnung: Zungenlose, Schmarotzer (Aglossa).

2. Ordnung: Lungenschnecken (Pulmonata).

1. Unterordnung: Soleoliferen (Soleolifera).

2. Unterordnung: Basommatophoren (Basommatophora).

3. Unterordnung: Stylommatophoren (Stylommatophora).

3. Ordnung: Hinterkiemer (Opisthobranchia).

1. Unterordnung: Bedecktkiemer (Tectibranchia).

2. Unterordnung: Nacktkiemer (Nudibranchia).

5. Ordnung: Verwachsenkiemer (Septibranchia).

Fünfte Klasse:
Kopffüßer (Cephalopoda).

1. Ordnung: Vierkiemer (Tetrabranchiata).

2. Ordnung: Zweikiemer (Dibranchiata).

1. Unterordnung: Achtarmige Tintenfische (Octopoda).

Krebse (Crustacea).

2. Legion: Ringelkrebse (Arthrostraca).

1. Unterordnung: Asseln (Isopoda).

2. Unterordnung: Flohkrebse (Amphipodida).

3. Legion: Eigentliche Krebse (Thoracostraca).

1. Unterordnung: Syncarida.

2. Unterordnung: Cumacea.

3. Unterordnung: Spaltfüßer (Schizopoda).

4. Unterordnung: Maulfüßer (Stomatopoda).

5. Unterordnung: Zehnfüßer (Decapoda).

1. Gruppe: Langschwänze (Macrura).

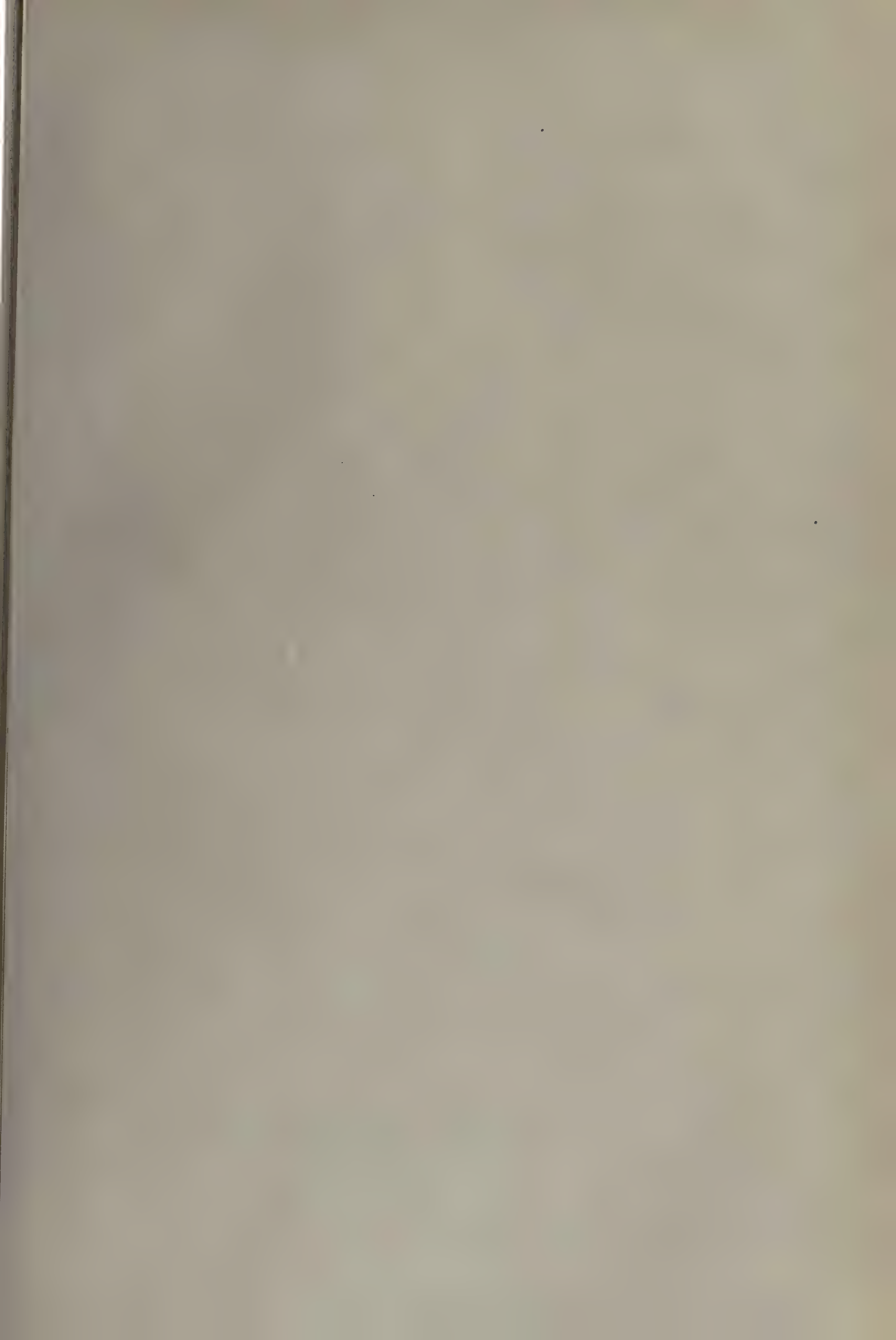
Verzeichnis der Abbildungen.

Farbige Tafeln.

Schwarze Tafeln.

Kartenbeilagen.

Abbildungen im Text.







Alfred Edmund Brehm.

Nach einem Aquarell von E. Werner, etwa aus den Jahren 1854—58, im Besitz der Töchter Brehms.

Nach einer um 1870 aufgenommenen Photographie, im Besitz von Prof. Dr. A. Reichenow in Berlin.

Alfred Edmund Brehm.

Von Dr. Ernst Krause.

Man fühlt sich versucht, zu sagen, daß das junge Menschenkind, welches am 2. Februar 1829 im Pfarrhause zu Unterrenthendorf im Neustädter Kreise des Großherzogtums Sachsen-Weimar das Licht der Welt erblickte, schon von seiner Geburt und Abstammung her dazu ausersehen gewesen sei, der begeisterte Freund und sorgsame Beobachter des Tierlebens zu werden, als welcher er in allen Weltteilen bekanntgeworden ist. Denn sein Vater, der Pfarrer Christian Ludwig Brehm, war einer der genauesten Kenner der heimischen Natur und gehörte mit Bechstein, Naumann, Thienemann und Gloger zu den Begründern der deutschen Vogelkunde als Wissenschaft. Es war ein ganz eigentümliches Leben und Treiben, ziemlich abweichend von demjenigen in den meisten anderen Pfarrhäusern, unter welchem das dunkelblonde Kind heranwuchs. Des Pastors zweite Frau, die Mutter unseres Alfred, eine geborene Berta Reiz, war eine Frohnatur, welche die Kinder vermöge ihrer sehr lebendigen Erzählungs- und Vorlesungsgabe früh mit der klassischen Literatur bekanntmachte und sie, wie auch der Vater tat, in ihrem lustigen Jugendtoben mit äußerster Nachsicht gewähren ließ. Letzterer hing an manchem Wochentage schon am frühen Morgen das Jagdgewehr über die Schulter und pirschte in den damals fast Urwäldern zu vergleichenden Beständen in den Tälern der Roda bis zum späten Abend, wobei die Söhne ihn gelegentlich begleiten und die Beute, die meist nur in selteneren Vögeln bestand, nach Hause tragen durften. Im besonderen gilt dies von Alfred, der sich noch in späteren Jahren mit unendlichem Entzücken an dieses Umherschweifen in den thüringischen Wäldern erinnerte und erzählte, wie er an seinem achten Geburtstage ein eigenes Gewehr erhalten und am selben Tage seinen ersten Vogel, eine Goldammer, erlegt hatte.

Diese Streifzüge dehnten sich über ein größeres Gebiet aus, als es jemals ein thüringischer Privatmann beschossen hat, denn dem weit und breit bekannten, in jedem Forsthause freudig willkommen geheißenen „alten Brehm" wurde von Privatleuten und Forstbehörden gern der Vorzug eingeräumt, seine „Jagd" überall unbehindert auszuüben. Seine „Waldspaziergänge mit der Flinte" waren, selbst wenn er das Gewehr an die Wange legte, immer nur der Beobachtung seiner Lieblinge gewidmet, so daß er in seinen zahlreichen ornithologischen Werken einen Wissensstoff sammelte, an dem Jahrzehnte gezehrt haben und noch zehren.

Es ist nach alledem kein Wunder, daß dem „jungen Brehm" der Vater als das Urbild eines echten und wahren Priesters, wie er sein soll, stets vor Augen blieb, und weil er nun bei einer großen Anzahl geistlicher Herren nichts von der Milde und Gerechtigkeitsliebe seines Vaters und im allgemeinen so wenig Ähnlichkeit mit dem Wesen dieses treuen Beraters seiner Gemeinde zu finden vermeinte, so erklärt sich daraus der für einen Pfarrerssohn

wohl befremdliche Ingrimm Brehms gegen die „Pfaffen“ von selbst. Da Alfred Brehm keine eigenen Aufzeichnungen über seine Jugendjahre hinterlassen hat, so sind wir auf dasjenige angewiesen, was er hierüber gelegentlich seinen Freunden und namentlich dem Berliner Schriftsteller H. Beta (gestorben 1876) zum Behufe einer kurzen Lebensschilderung erzählt hat[1]. Wir ersehen daraus, wie der Keim zur Beobachtung des Lebens der Tiere auf diesen unter der väterlichen Leitung unternommenen Ausflügen durch Wald und Flur gelegt wurde:

„Da fliegt eine Feder, von welchem Vogel ist sie, Alfred? Hörst du es dort pfeifen und singen? Wer ist der Tonkünstler, wie heißt er, und wie sieht er aus? Wie machen wir's, um ihn aufzusuchen? Hier ist ein Nest. Welcher Vogel kann es nur gebaut haben? Wie erkennt man überhaupt den Vogel nicht nur an den Federn, sondern an irgend einer Feder? An seinem Neste? Seinen Eiern? Seinem Schlage oder Rufe? Wie spricht dieser oder jener Vogel in Liebe, Zorn, Gefahr oder Furcht?“ — — — Zuweilen wurde schon lange vor Sonnenaufgang aufgebrochen, um in Gesellschaft befreundeter Weidmänner ein besonderes Schauspiel der Natur, ein Morgenkonzert der Künstler, welche alle „vom Blatt“ singen, oder eine Vorstellung berühmter Tänzer unter den Vögeln, wie des Auerhahns, zu besuchen.

Unter dieser frühen und unübertrefflichen Anleitung erwarb sich schon der Knabe jenes Späherauge, das den Vogel in Wolkenhöhe und den Vierfüßler am Horizonte verfolgen konnte, und dem so leicht kein Getier entging, mochte es sich am Boden hindrücken oder im dichten Laube verbergen. Aber sein Blick wurde auch auf die feineren Unterschiede in Form und Färbung verwandter Arten hingelenkt, und in dieser Beziehung hätte kein angehender Naturforscher einen besseren Lehrmeister finden können als der junge Brehm in seinem Vater.

Natürlich wurde nicht immer bloß Naturkunde getrieben, gesammelt und ausgestopft, sondern der Vater ergänzte die Lücken, welche der Besuch der Elementarschule naturgemäß bei seinen Kindern zurücklassen mußte, durch sorgsamen, selbsterteilten Privatunterricht, so daß sie später wohlvorbereitet höhere Lehranstalten beziehen konnten. Abends saß Alfred oft mit seinen Geschwistern still und lauschend in dem Studierzimmer des Vaters, und sie sahen zu, wie er „stopfte“, während die Mutter sehr dramatisch Erlebnisse erzählte oder aus Schiller und Goethe vorlas. Sein lebelang blieb Alfred die Vorliebe für die Poesie im allgemeinen und für die dramatische Dichtung im besonderen treu, und noch auf der sibirischen Reise (1876) verkürzte er den Reisegefährten durch Deklamationen aus Goethes „Faust“ die Fahrt auf dem einsamen Irtisch. Sicherlich hat dieser von mütterlicher Seite ererbte Geschmack an Schönheiten der Sprache und des Gedankenausdrucks die Lebendigkeit und Anschaulichkeit seines Stils vorteilhaft beeinflußt. Seine Erstlingsschriften waren sogar mit Anführungen in gebundener Rede fast überladen.

Mit einer gewissen Verwunderung erfahren wir nach alledem, daß der angehende Naturforscher nach seiner 1843 erfolgten Konfirmation sich nicht, wie sein Bruder Reinhold, dem Studium der Medizin oder der reinen Naturwissenschaft zuwendete, sondern ein praktisches Fach erwählte und Architekt zu werden beschloß. War es Zaghaftigkeit, die ihn befürchten ließ, als Beobachter niemals seinem Vater gleichkommen zu können? Oder geschah es nur, um zunächst einen festen Anhalt für das Leben zu gewinnen, da die Aussichten eines bloßen Naturwissenschaftlers für eine anständige Versorgung damals noch geringer waren als heute?

---

[1] „Gartenlaube“ 1869, S. 20. — Einige weitere Einzelheiten verdankt der Verfasser dieser Zeilen der freundlichen Mitteilung des Sohnes von Brehm, Herrn Dr. med. Horst Brehm, und des Herrn Archidiakonus O. L. Korn in Eisenberg sowie einigen Freunden Brehms. Der Hauptstoff für die vorliegende Lebensschilderung mußte den eigenen Schriften Brehms entnommen werden, so daß die Angaben allerseits zuverlässig sein dürften.

Er widmete sich in der Tat dem Baufache in Altenburg bis 1847, also volle 4 Jahre lang, und er hat die dabei erworbenen praktischen Kenntnisse später ohne Zweifel bei der Leitung und Einrichtung zoologischer Institute recht gut verwerten können. Die sich unerwartet darbietende Gelegenheit, fremde Länder zu besuchen, riß ihn ziemlich plötzlich aus diesen Brotstudien.

Der württembergische Baron John Wilhelm von Müller, ein eifriger Jäger, Naturfreund und Vogelliebhaber, welcher schon früher einen Teil Afrikas für ornithologische Zwecke durchstreift hatte, suchte für eine zweite Reise dieser Art, die sich weiter nach dem Inneren des damals noch ganz unerschlossenen Weltteiles erstrecken sollte, einen jüngeren Begleiter, der im Schießen, Sammeln und Präparieren von Tieren, namentlich von Vögeln, geübt wäre, und er fand in dem jungen Brehm, dessen ganze Naturleidenschaft bei diesem Antrage erwachte, den geeignetsten Begleiter, den er irgend wünschen konnte, wenn sich auch später das gegenseitige Verhältnis — ohne Brehms Verschulden — erheblich getrübt hat.

Die Reisenden segelten am 6. Juli 1847 von Triest ab. Nach einem kurzen Aufenthalt an der griechischen Küste kamen sie nach Ägypten, um daselbst bald die Erfahrung zu machen, daß man im Lande der Palmen nicht ungestraft mit unbedecktem Haupte wandeln darf, denn beide litten in der Wunderstadt Kairo an den Folgen des Sonnenstichs und erlebten daselbst eine schreckensvolle Minute, als am 7. August ein kurzes Erdbeben die Häuser der Hauptstadt erschütterte, während sie krank und elend, völlig unfähig, sich ins Freie zu retten, auf ihrem Schmerzenslager stöhnten. Später indessen verbrachten sie in Gesellschaft des Barons von Wrede noch sehr angenehme Tage in Kairo, der Stadt, welche in Brehms Erinnerung jederzeit die Krone der orientalischen Städte geblieben ist, und schlossen sich dann einer Mission katholischer Geistlichen an, die am 28. September nach dem Inneren Afrikas aufbrach, und mit der sie gemeinsam eine Nilbarke für die Reise bis Assuan mieteten. Ihr nächstes Ziel war Chartum. Sie gingen der stromaufwärts nur langsam vorwärts kommenden Barke gewöhnlich jagend am Ufer voraus, denn für diese Reisenden war Ägypten nicht bloß durch seine alten Kulturdenkmäler, die natürlich nach Möglichkeit besucht wurden, eine neue Welt. In Dongola, wo die Mission Aufenthalt nahm, trennten sich die beiden Reisegesellschaften, und die „Müllersche Expedition" gelangte mit eigener Barke nach Ambukol, woselbst die Vorbereitungen zu einer kurzen Reise durch die Wüstensteppe Bajuda zu treffen waren, die am 30. Dezember angetreten wurde.

Am 8. Januar 1848 erreichten die Reisenden Chartum, die damals erst 25 Jahre alte Hauptstadt des Sudan, und wurden von dem Gouverneur Soliman Pascha sehr freundlich empfangen. Da hier ein längerer Aufenthalt in Aussicht genommen war, wurde alsbald eine kleine Menagerie angelegt, ein zahmer und sehr drolliger Marabu, einige Affen, Gazellen und Strauße angeschafft, worauf Brehm sogar mit einigen jungen Hyänen Zähmungsversuche zu machen begann. Die Jagd war sehr ergiebig, namentlich in den Wäldern an den Ufern des Blauen Flusses, wohin sich Brehm mit zwei nubischen Dienern begeben hatte; aber ein starker Anfall des klimatischen Fiebers, welches sich schon während der Nilreise eingestellt hatte und ihn hier mitten im Urwalde an seinem 20. Geburtstage durchschüttelte, zwang ihn, im elendesten Zustande nach Chartum zurückzukehren. Einigermaßen wiederhergestellt, kehrte Brehm in den Urwald zurück, um seine bereits zu 130 präparierten Vogelbälgen angewachsene Beute zu holen, und bei dieser Gelegenheit hätte eine Mißhelligkeit mit dem Baron beinahe zu einem Bruche und vorzeitigem Abschlusse der afrikanischen Reise geführt. v. Müller hatte nämlich auf eine größere Ausbeute gerechnet, obwohl diese bei der Schwierigkeit, in dem unwegsamen, von Stacheln und Dornen starrenden Urwalde vorwärts zu kommen,

ganz abgesehen von den Krankheitsanfällen, ansehnlich genug war. „Mich empörte“, schreibt Brehm in seinem Reisebericht, „diese Undankbarkeit; ich hatte selbst fieberschwach noch gearbeitet. Damals habe ich zum ersten Male gefühlt, daß die Bemühungen eines Sammlers oder Naturforschers nur selten anerkannt werden. Und hätte nicht gerade die Wissenschaft ihre unwiderstehlichen Reize, wäre sie es nicht, welche die ihr Ergebenen durch den Genuß, ihr, der hohen, dienen zu können, belohnt, ich würde von jener Stunde an keine Beobachtung mehr gemacht, kein Tier mehr gesammelt haben. Und damit würde ich mir selbst die Tore meines Glückes verschlossen haben, denn mehr und mehr lerne ich es verstehen: meine beschwerlichen Reisen, meine trüben Erfahrungen haben mir überreichen Lohn gebracht.“

Ende Februar schlossen sich die Reisenden dem Major Petherik, einem in ägyptischen Diensten stehenden Engländer, welcher der Landessprache kundiger war als sie, zur Weiterreise nach Kordofan an, wo der Genannte geologische Untersuchungen vorzunehmen hatte. Man fuhr aus dem Blauen in den Weißen Fluß bis zum Dorfe Torrah, wo Brehm und Baron Müller, von heftigen Fieberanfällen gepeinigt, nicht ohne Bangen der Landreise entgegensahen, die am 9. März angetreten wurde und sie bald ins Innere des glühenden und ungesunden Kordofan brachte. Nach einem längeren Aufenthalte in El Obeïd zogen sie weiter. Die Ausbeute an Adler-, Falken- und Geierarten sowie an Prachtvögeln der Wälder war zwar sehr ergiebig, und auch sonst wäre der Aufenthalt lehrreich und romantisch genug gewesen, denn Hyänen und Leoparden umkreisten allnächtlich die Dörfer, und mehrmals raubten sich Löwen ihre Beute aus dem Vieh der Hürden. Aber das mörderische Klima zwang die Reisenden, nach 4 Monaten umzukehren, und es war die höchste Zeit gewesen, denn Brehm stand auf der Rückreise durch die Wüste auf dem Rücken seines Kamels so entsetzliche Qualen aus, daß er nicht glaubte, mit dem Leben davonzukommen. Gleichwohl wurden die Zwischenzeiten der Anfälle zu Beobachtungen ausgenutzt. Endlich wurde der Bahr el Abiad erreicht, dessen Wellengeplätscher den Reisenden wie Himmelsmusik erklang. Binnen 2 Tagen brachte sie ein Schifflein nach der Hauptstadt Ostsudans zurück, und nicht einmal die Fülle der verschiedenartigsten Vögel, die den Fluß bedeckten und fast unwiderstehlich zur Jagd einluden, konnte sie auf ihrem Wege zurückhalten. Froh, dem mörderischen Klima entronnen zu sein, sehnten sie sich nach dem Umgange gebildeter Menschen und vernahmen in Chartum staunenden Ohres die Umwälzungen, welche inzwischen (im Frühjahre 1848) sich im alten Europa vollzogen hatten.

Obwohl die nunmehr anbrechende Regenzeit noch eine reichliche Vermehrung der Sammlungen versprach, mußte der zweite Aufenthalt in Chartum des Fiebers wegen abgekürzt werden, und die Reisenden, denen der Generalgouverneur zwei für Ägypten bestimmte Barken zur Verfügung stellte, traten mit ihren Sammlungen und ihrer zu den mannigfachsten Studien Anlaß bietenden Menagerie lebender Tiere am 28. August die Rückreise nach Ägypten an. Mit Lebensgefahr wurden die Katarakte passiert, sogar der große Katarakt von Wadi Halfa. Am 28. Oktober kamen sie in Kairo an, froh und glücklich, nun allen Gefahren der Wüste und des Klimas entronnen zu sein und ihre eroberten Schätze in Sicherheit gebracht zu haben. Der Rest des Jahres wurde mit einigen von dort aus unternommenen Jagdausflügen verbracht, und dann begleitete Brehm am 29. Januar 1849 den Baron, der sich mit dem nächsten Lloyddampfer nach Europa zurückbegab, nach Alexandrien, wo sie sich trennten. Sie hatten verabredet, daß Brehm in Ägypten zurückbleiben solle, um auf Wunsch und Rechnung des Barons eine zweite, besser ausgerüstete Reise ins Innere Afrikas zu unternehmen und dort für diesen zu sammeln.

Seinen zweiten Aufenthalt in Ägypten, der 20 Monate, bis zum Mai 1850,

dauerte, verwendete Brehm nicht nur dazu, Natur und Tierwelt des Landes genau zu studieren, sondern er begann auch den Bewohnern mit ihren Sitten und Gebräuchen, ihrer Lebensweise und ihren sozialen Verhältnissen eine eingehendere Aufmerksamkeit zuzuwenden. Um in dieses fremdartige Leben genauer einzudringen und sich zugleich für seine weiteren Reisen zweckentsprechend vorzubereiten, nahm er einen arabischen Sprachlehrer, mit dem er Stadt und Land durchwanderte, die Berührung aller Gesellschaftsklassen suchte, in den Kaffeehäusern den Deklamationen des Meddah (d. h. des Märchenerzählers und Improvisators) lauschte, orientalische Tracht anlegte, teil an den Festaufzügen der Gläubigen nahm und sich so verhielt, daß viele in ihm bereits einen Abtrünnigen sahen. Dieses gründlichere Einleben in die von den unserigen so verschiedenen Lebensverhältnisse gab nicht nur seinen späteren Schilderungen einen erhöhten Reiz, sondern ebnete ihm auch auf seinen weiteren Reisen in den mohammedanischen Ländern die Wege, erwarb ihm das Vertrauen der Anhänger des Propheten und eröffnete ihm Blicke in Verhältnisse, die dem flüchtigen Reisenden meist gänzlich unbekannt und unverständlich bleiben. So konnte er unbehindert den Festlichkeiten der Nileröffnung, des Bairam usw. beiwohnen und nahm schließlich sogar den arabischen Namen und Titel **Chalihl-Efendi** an.

Auch manche wichtige Bekanntschaften wurden während dieses zweiten ägyptischen Aufenthaltes neu angeknüpft oder aufgefrischt, die zum Teil für die geplante Sudanreise von größter Bedeutung waren. So z. B. die des Dr. Konstantin Reitz, des späteren Konsuls in Chartum, der sich damals bei dem österreichischen Generalkonsulat in Alexandrien befand. Ferner die des bekannten Reisenden und Naturforschers Rüppell aus Frankfurt am Main, der schon in früheren Jahrzehnten einen bedeutenden Teil Nordostafrikas durchforscht hatte und manche nützliche Ratschläge erteilen konnte. Enger gestaltete sich naturgemäß der Umgang mit dem Baron von Wrede, der bereits die Türkei, Syrien und Palästina, einen großen Teil Kleinasiens und Arabiens bereist hatte und vom Baron von Müller ebenfalls für seine „dritte wissenschaftliche Expedition" angeworben worden war. Wie schon im vorhergegangenen Winter, verbrachte Brehm auch im nächsten längere Zeit am Mensalehsee, wo sich unzählige einheimische und fremde Vögel ein Stelldichein geben, so daß wiederum reiche Studien und Sammlungen gemacht werden konnten. Und noch im Vorfrühling 1850 sah er die geflügelten nordischen Wanderer, die aus Innerafrika nach Europa zurückkehrten, hier Station machen und gab den Schwalben, Staren, Grasmücken usw., die vielleicht beim Pfarrhause von Unterrenthendorf vorbeiziehen mochten, sehnsüchtige Grüße nach der lang entbehrten Heimat mit.

Seine Gedanken weilten jetzt noch unablässiger als sonst daheim, denn sein ungefähr sieben Jahre älterer Stiefbruder Oskar hatte sich entschlossen, die Gefahren der Sudanreise, deren Vorbereitungen nun immer ernstlicher betrieben wurden, zu teilen. Der vom österreichischen Konsulat erwirkte Ferman der ägyptischen Regierung, welcher den Reisenden alle möglichen Erleichterungen zu verschaffen und bei allen ägyptischen Behörden freundliche und ehrenvolle Aufnahme zu sichern bestimmt war, befand sich bereits seit März 1849 in Brehms Händen und war ihm schon jetzt im Verkehr mit den letzteren von wesentlichem Vorteil. Allerdings hatte er sich nun auch sonst genugsam eingelebt, um zu wissen, wie man türkischen Beamten entgegentreten muß, um seinen Zweck zu erreichen. Er hatte seinen auf der Nilfahrt als Diener angenommenen Ali, den ausgedienten türkischen Soldaten, als Kawaß mit silberbeschlagenen Pistolen im Gürtel ausgerüstet, um ihn, der seine Rolle mit der erforderlichen Unverschämtheit spielte, bei allen Gelegenheiten in den Diwan der türkischen Machthaber, von denen irgend etwas erlangt werden sollte, vorauszuschicken. Diesem auf genauer Volkskenntnis

begründeten, wenn auch für den einfachen Pfarrerssohn ziemlich anspruchsvollen Auftreten verdankte er große Annehmlichkeiten, da viel darauf ankommt, auf diese jahrtausendelang geknechteten und an Unterwerfung unter jedes machtvolle Auftreten gewöhnten Völker zunächst durch den Schein Eindruck zu machen.

Während der Baron von Müller in den wissenschaftlichen Zeitschriften Deutschlands großartige Ankündigungen über das beabsichtigte Vordringen seiner „dritten Expedition" bis zum Herzen des schwarzen Weltteiles verbreitete und die österreichische Regierung dafür zu gewinnen suchte, wartete Brehm in Kairo sehnsüchtig auf die verheißenen Geldsendungen zur Ausrüstung. Am 24. November 1849 traf sein Bruder Oskar mit dem Dr. med. Richard Vierthaler aus Köthen, der sich der Expedition auf eigene Kosten anschließen wollte, ein, brachte aber vom Baron von Müller statt der 84000, auf die Brehm die Reisekosten veranschlagt hatte, nur 30000 Piaster mit, eine Summe, die bereits durch die Ausrüstung und Anschaffung der Lebensmittel nahezu aufgebraucht war, so daß Brehm als Führer der Expedition (da Baron von Wrede unter diesen Verhältnissen vorgezogen hatte, zurückzutreten) es nicht hätte verantworten können, seine Gefährten mit den wenigen hundert Talern, die noch übrig waren, in so weite Fernen zu führen. Endlich, nachdem der Baron noch 500 Taler gesendet und fest versprochen hatte, zum 1. Juli mit weiteren Mitteln in Chartum einzutreffen, konnte die neue Reise am 24. Februar 1850 angetreten werden. Alle Teilnehmer waren frohester Hoffnung, und keiner ahnte, daß von der gesamten Expedition nur der Führer die Heimat wiedersehen würde.

Die Reise, zu der außer dem türkischen Invaliden Ali noch zwei deutsche Bediente sowie mehrere Nubier geworben waren, ließ sich denn auch anfangs glücklich an. Neben der höheren Jagd wurde diesmal auch die niedere Jagd auf Käfer und andere Insekten (von Brehms Bruder) eifrig betrieben, namentlich als die Reisenden von Wadi Halfa ab ihren Weg auf Kamelen nach Neu-Dongola fortsetzten, wo sie am 26. April eintrafen, und so war alle Aussicht vorhanden, daß die Ausbeute diesmal noch erheblich über die der ersten Reise hinausgehen würde. Allein bereits in Dongola, wo man für mehrere Tage Aufenthalt genommen hatte, wurden diese Hoffnungen durch einen überaus harten Schicksalsschlag grausam vereitelt. Bei einem gemeinsamen Bade der Brüder im Nil ertrank Oskar Brehm am 8. Mai 1850 und mußte in der Wüste bei Dongola bestattet werden. „Sein Tod", schrieb Brehm einige Jahre später, „war der härteste Schicksalsschlag, der mich je betroffen hat." Die aufrichtige Teilnahme von fünf Religionsparteien, welche dem Fremdlinge aus Deutschland die letzte Ehre erwiesen, mochte einige Linderung gewähren; der Gouverneur der Provinz kam persönlich, um Brehm zu trösten, und sandte von dem Bau einer Moschee Steine, um das Grab zuzuwölben. Mit welchen Gefühlen die Reisenden am 14. Mai weiterzogen, kann man sich vorstellen; die Frage, ob irgendeiner von ihnen die Heimat wiedersehen würde, wich monatelang nicht aus ihren Gedanken. Auch für die Expedition an sich war der Tod des älteren Brehm ein unersetzlicher Verlust, denn er war ein überaus eifriger Sammler und hatte jene Liebe und jenen Blick für das Kleinleben in der Natur, die dem jüngeren Brehm gemangelt zu haben scheinen, wenigstens findet man in seinen Reisewerken nur ausnahmsweise eines Käfers oder Schmetterlings gedacht, die doch in jenen warmen Zonen einen so auffälligen Bestandteil des Tierlebens ausmachen.

Am 13. Juni erreichte die Karawane nach mancherlei Beschwernissen Chartum, fand bei den alten Freunden Brehms einen herzlichen Empfang und auch von seiten des inzwischen eingesetzten neuen Generalgouverneurs der Königreiche des Sudan, Abd el Latif Pascha, eine

gute Aufnahme. Der letztere, ein im Dienste des Vizekönigs Mohammed Ali emporgekommener Tscherkesse, hatte inzwischen mit kräftiger Hand der bei Brehms erstem Aufenthalte vorhandenen Unordnung und dem rein auf persönlichen Erwerb gerichteten Ausbeutesystem der einheimischen Beamten wie der dort ansässigen Europäer gesteuert, und es wurde für Brehm von größter Wichtigkeit, daß er sich bald die entschiedene Gunst dieses noch jungen, zwar herrschsüchtigen und strengen, aber, wie wir sehen werden, auch freigebigen und großdenkenden Mannes erwarb. Die mitgebrachten Mittel waren bereits zu Ende gegangen, aber sobald es ihm gelungen war, eine kleine Anleihe aufzunehmen, trat Brehm im September einen sechswöchigen Jagdausflug in die Wälder am Blauen Nil an, welcher sich durch reiche Ausbeute belohnte. Allerdings stellte sich auch, wie vorauszusehen, das Fieber wieder ein, und der in Chartum zurückgebliebene Dr. Vierthaler erschrak über das Aussehen Brehms, als dieser Ende Oktober von seinem Ausfluge zurückkehrte.

Da inzwischen weder der Baron von Müller in Person noch eine Sendung von ihm eingetroffen war, so geriet Brehm bald in die höchste Geldverlegenheit, und er wäre unrettbar schlimmen Wucherern in die Hände gefallen, wenn sich nicht der eben erwähnte Gouverneur Latif Pascha auf das uneigennützigste seiner angenommen und ihm die Summe von 5000 Piastern ohne Zinsen vorgestreckt hätte. Kaum war das Fieber wieder bezwungen, als Brehm, diesmal in größerer Gesellschaft, darunter auch Dr. Vierthaler, einen neuen Jagdausflug in die Tropenwälder am Blauen Flusse unternahm, der 3 Monate dauerte und sich weit über Sennar hinaus, bis nach Rosaires, ausdehnte und die kühnsten Hoffnungen, die er sich jemals in seinen Jugendträumen von dem Vogelleben der wärmeren Länder ausgemalt haben mag, verwirklichte. Man beobachtete und erbeutete die seltensten Vögel, hörte allnächtlich den Löwen in der Nähe des Lagers, sah Elefantenherden und Affengesellschaften und machte Jagd auf Krokodile und Nilpferde, wobei Brehm einmal in Gefahr geriet, der Verfolgung eines gereizten Hippopotamus zum Opfer zu fallen. Mehr als 1400 Vogelbälge bildeten die Ausbeute dieses Jagdausfluges am Blauen Nil.

Bald nach ihrer Rückkehr nach Chartum (März 1851) langte der neuernannte österreichische Konsul, Dr. Konstantin Reitz, dessen Bekanntschaft Brehm bereits in Alexandrien gemacht hatte, dort an und brachte mit einem Briefe des Barons von Müller die Bestätigung der bereits gerüchtweise zu Brehms Ohren gelangten bösen Nachricht mit, daß dieser bankrott sei. Brehm, als Führer der Expedition, befand sich nun in der denkbar übelsten Lage. Er hatte soeben noch für drei Engländer, die nach Chartum gekommen und in Geldverlegenheit geraten waren, und von denen der eine wenige Tage nach ihrer Abreise dem Klima erlag, eine kleine Summe auf seine Rechnung entliehen und sah sich nun, mehr als 3000 km von der Heimat entfernt, im Inneren Afrikas verlassen und verraten, vielleicht, wenn sich nicht in Chartum selbst hilfreiche Menschen gefunden hätten, der äußersten Not, ja dem Hunger preisgegeben! Aber hier trat nun die allezeit Zutrauen erweckende Persönlichkeit Brehms in ihre Rechte, denn mehrere der hilfreichen Menschen, welche ihn in uneigennützigster Weise mit Geldmitteln versorgten, ohne jede Bürgschaft für deren Rückerstattung, waren Mohammedaner, deren vollstes Vertrauen er durch sein Auftreten und den Zauber seines Wesens gewonnen hatte. Einstweilen, während er noch auf Geldmittel aus der Heimat wartete, die ihm als Lösegeld dienen sollten, bot neben der Jagd und dem Verkehre mit den Freunden die Beobachtung eingefangener und gezähmter Tiere dem selbst gefangenen Naturforscher Trost und Unterhaltung. Auf ihrem Hofe hielten sie unter anderem eine Gesellschaft sehr anhänglicher Ibisse, gelegentlich auch Geierarten, allerlei Affen und einmal auch ein Krokodil, welches sich alle möglichen Quälereien gefallen

ließ und nur durch in die Nasenlöcher geblasenen Tabaksrauch wütend gemacht werden konnte. „Ja, wahrlich, ich hätte nicht klagen sollen“, schreibt er später über diese Zeit der Not und Ungewißheit, „ich hatte bei aller meiner Armut doch noch viel, sehr viel. Ich hatte Gottes Sonne und seine hochheilige Natur, ich hatte in meinem Hofe eine eigene kleine Welt. Wieviel Vergnügen machten mir meine zahmen Ibisse, die lebenden großen Tiere; wie schmeichelten mir die Affen, wie liebkoste mich Bachida (eine junge Löwin)!“ ... Hier bereiteten sich Brehms tiefere Studien über das Tierseelenleben vor.

Nach 14monatigem Aufenthalte im Sudan hatte Brehm immer noch keine Mittel auftreiben können, um seine Schulden zu bezahlen, und doch drängte das immer häufiger und nachdrücklicher sich wiederholende Fieber zum Verlassen des mörderischen Himmelstriches. Die Abreise eines deutschen Kaufmanns aus Petersburg, der sich erbot, Brehm und sein Gepäck mit nach Kairo zu nehmen und sämtliche Reisekosten auszulegen, bot eine nicht so leicht wiederkehrende Gelegenheit, der Heimat näher zu kommen, aber wie konnte er fort aus Chartum, ohne seine Verpflichtungen gegen den Gouverneur und andere dortige Freunde und Gönner erfüllt zu haben? Er mußte sich demnach entschließen, Latif Pascha die Bitte vorzutragen, seine Schuld von Kairo aus bezahlen zu dürfen, und dieser willigte nicht nur ohne weiteres darein, sondern drängte Brehm noch außerdem 5000 Piaster Reisegeld auf.

Hussein Arha, ein anderer mohammedanischer Gläubiger des verlassenen Deutschen, benahm sich gleich edelmütig, und ebenso hatten sich Ali, der türkische Diener, der sich in Chartum verheiratete und dort blieb, sowie seine nubischen Diener stets treu wie Gold erwiesen. Es wurde Brehm natürlich nicht leicht, von allen diesen treuen Menschen, von dem trefflichen Reitz und seinem Reisebegleiter Vierthaler zu scheiden; die letzteren beiden begleiteten die Reisenden noch eine Strecke auf dem Nil, auf welchem sie sich am 18. August 1851 einschifften. Sie tranken auf fröhliches Wiedersehen in Deutschland und dachten gewiß nicht, daß sie sich zum letzten Male die Hände schüttelten, aber Vierthaler, der in Chartum blieb, erlag im folgenden Sommer dem Fieber, Reitz ein halbes Jahr später. Brehm verdankte wohl nur seinem jugendfrischen, abgehärteten Körper (er stand ja erst im Beginne der zwanziger Jahre!), daß er dem heimtückischen Klima glücklich entronnen war. Die Rückreise verlief bis auf einen Unfall bei den Nilkatarakten, der ihm für etwa 600 Taler Naturalien kostete, glücklich, und am 26. Oktober langten die Reisenden wieder in Brehms Lieblingsstadt Kairo an. Die im Sudan eingegangenen Verbindlichkeiten konnten mit Hilfe dortiger Christen, welche Brehm wieder einigermaßen mit seinen Glaubensgenossen aussöhnten, schon von hier aus gelöst werden, und Brehm erholte sich in dem während des Winters herrlichen Klima der ägyptischen Hauptstadt bald von den Strapazen und Krankheitsfällen der letzten Monate. In Gesellschaft des Naturforschers Theodor von Heuglin, des Dr. med. Theodor Billharz aus Sigmaringen sowie einiger anderer Personen wurde dann noch ein Ausflug nach dem Roten Meere und Sinai, sodann ein Jagdzug in Ägypten unternommen, und hierauf wurde die Abreise zur langentbehrten Heimat gerüstet.

Am 30. April 1852 reiste Brehm mit seinen toten und lebenden Naturschätzen, zu denen noch eine für den Berliner zoologischen Garten bestimmte Sammlung lebender Tiere gekommen war, von Kairo ab und kam nach einem längeren Aufenthalte in Alexandrien am 28. Mai in Triest an, woselbst ein ihm entgegengesandter Tierwärter die für Berlin bestimmten Tiere in Empfang nahm. Nachdem er seine reichen Sammlungen größtenteils in Wien verkauft hatte, kam er am 16. Juli 1852 wieder in seiner thüringischen Heimat an und konnte nach mehr als fünfjähriger Abwesenheit seine Eltern und Geschwister wieder ans Herz drücken.

Es ist natürlich, daß der lange Aufenthalt in Ägypten und Innerafrika von dem bedeutsamsten Einflusse auf Brehms ferneren Lebensgang wurde und die alten Lebenspläne vollständig umstürzen mußte. Waren auch die Expedition und Brehm selbst zu mangelhaft vorbereitet gewesen, um zu bedeutenden wissenschaftlichen Ergebnissen zu führen, so wurden doch die Beobachtungen, die er auf der Jagd und in seiner Behausung an den gefangenen Tieren anstellen konnte, für die Richtung seiner ferneren Studien bestimmend. Von einer Fortsetzung seiner Architektenlaufbahn konnte selbstverständlich keine Rede mehr sein; er besuchte vielmehr die Universitäten Jena und Wien (1853—56), um sich gänzlich dem Naturstudium zu widmen. Obwohl bereits in der Mitte der Zwanziger stehend, hatte er den Sinn für das muntere Studententreiben noch nicht verloren, trat bei den „Saxonen" ein und machte durch die wunderliche Gesellschaft von Affen und anderen mitgebrachten afrikanischen Tieren, die er auf seiner „Bude" hielt, tiefen Eindruck auf die jenaischen Philister, bei denen er unter dem Namen „Pharao" bekannt wurde. Schon in dieser Zeit war er vielfach literarisch tätig, veröffentlichte namentlich ornithologische Beobachtungen in den Fachzeitschriften und nahm 1853 an der Gründung der „Deutschen Ornithologischen Gesellschaft" tätigen Anteil. Er veröffentlichte in derselben Zeit seine „Reiseskizzen aus Nordostafrika" (Jena 1855, 3 Bände), die nicht nur reich sind an Reiseabenteuern, Natur- und Jagdschilderungen, namentlich was die Vogelwelt anbetrifft, sondern auch für die Ethnologie wertvolle Beobachtungen über Charakter, Lebensweise, Sitten usw. der Bevölkerung von Ägypten, Nubien, Sennar und Kordofan enthalten. Auf dem Titel des Werkes erscheint der neuernannte Doktor der Philosophie bereits als „Mitglied der kaiserlich leopoldinisch-karolinischen Akademie und anderer gelehrter Gesellschaften".

Schon im nächsten auf die Vollendung dieses Buches und seiner Studien folgenden Jahre (1856) trat er mit seinem Bruder, dem in Madrid lebenden Arzt Dr. Reinhold Brehm, dem Verfasser des „Inkareiches", der ebenfalls ein tüchtiger Jäger und Tierbeobachter geworden war, eine Reise durch Spanien an, die durch den Verkehr mit Gebirgsjägern, Schmugglern, Räubern und Ziegenhirten nicht viel weniger abenteuerlich ausfiel als die im schwarzen Weltteile und wiederum reiche Früchte für die Erweiterung der Naturanschauung und der Tierstudien sowie für die Sammlung des Vaters einbrachte.

Bald nach der Rückkehr aus Spanien nahm Brehm seinen Wohnsitz in Leipzig (1858), wo er in dem trefflichen Volksschriftsteller E. A. Roßmäßler einen väterlichen Freund fand, mit dem er später „Die Tiere des Waldes" (1863—67) gemeinsam herausgab, und wo sich die für beide Teile vorteilhafte Verbindung mit der „Gartenlaube" anknüpfte, die den Namen des jungen Reisenden zuerst in weiteren Kreisen bekanntmachte und mehrere Jahrzehnte überdauert hat. Ernst Keil, der geniale Schöpfer und Leiter der genannten Wochenschrift, wußte, was er an dem neuen Mitarbeiter gewonnen, und gab bereitwillig die Mittel dazu her, daß Brehm die im Herzen Deutschlands begonnenen und in der Nähe des Äquators fortgesetzten Studien zu seinem „Leben der Vögel" angesichts der Vogelberge des hohen Nordens zu einem vorläufigen Abschluß bringen konnte. Er ging bis nach Norwegen, Lappland und dem Nordkap. Das poetisch gestimmte „Leben der Vögel", zu dem er so die Skizzen in Süd und Nord gesammelt, erschien zuerst 1861 und später in neuer Auflage, während inzwischen beständig Einzelschilderungen in der „Gartenlaube" und in Roßmäßlers „Aus der Heimat" wie auch wissenschaftliche Abhandlungen in der „Naumannia" und in Cabanis' „Journal für Ornithologie" veröffentlicht wurden.

Brehm wollte sich nun einen eigenen Herd gründen, und um sich dafür eine feste Einnahme zu sichern, nahm er eine Anstellung als Lehrer der Geographie und Naturwissenschaften

am „modernen Gesamtgymnasium“ des Dr. Rudolf Zille und an einer höheren Töchterschule in Leipzig an und führte dann (1861) seine Braut Mathilde Reiz aus Greiz als Gattin heim. Die zierliche, behende Frau wurde im eigentlichen Sinne des Wortes der gute Genius seines Lebens. Wohl nur selten hat eine Schriftstellerfrau mit ähnlichem eindringenden Verständnisse, mit gleicher unvergänglicher Bewunderung über Tun und Treiben, Arbeiten und Erholungen ihres Mannes gewacht wie diese Frau, die alles über ihn vermochte und ihn sogar, wenn der Augenblick es erforderte, dazu brachte, daß er die bequeme „Jagdjoppe“ mit dem verhaßten Fracke vertauschte. Sie war eifersüchtiger auf seinen Ruhm als er selber.

Ein eigener Glückszufall fügte es, daß sie ihn auf seiner nächsten wissenschaftlichen Reise begleiten konnte. Der Herzog Ernst II. von Sachsen-Koburg-Gotha rüstete im Jahre 1862 eine Reise nach Ägypten und den Bogosländern, deren Absicht nicht bloß dahin ging, ihm, der Herzogin und den begleitenden Fürsten die Anschauung afrikanischer Kulturländer und Wildnisse zu verschaffen, sondern die zugleich den Charakter einer wissenschaftlichen Expedition annehmen sollte. Brehm war nach den Bogosländern vorausgeeilt, um mit seiner Menschenkenntnis, Sprachgewandtheit und Erfahrung in afrikanischen Angelegenheiten geeignete Standplätze und Jagdgelegenheiten auszukundschaften, und traf am 6. März 1862 in Massaua, an der westlichen Küste des Roten Meeres, ein. Leider blieben ihm nur etwa 2 Wochen Zeit für eingehende, ruhige Beobachtungen, denn schon am 27. März trafen die Fürstlichkeiten mit ihrem Gefolge, dem auch der bekannte Romanschriftsteller Friedrich Gerstäcker und der treffliche Tiermaler Robert Kretschmer angehörten, in Massaua ein.

Sowohl der schmale Wüstenstreifen zwischen dem Meere und dem Hochgebirge als dieses selbst erwiesen sich als sehr reich an interessanten Tieren; der Strohpalast der Herzogin, um den sich das Zeltlager der übrigen Reisenden gruppierte, wurde allnächtlich von heulenden Hyänen umkreist, und bald konnte Brehm den jagdlustigen Herrschaften die frohe Botschaft bringen, daß er die Spuren einer Elefantenherde im Gebirge entdeckt habe. Die Jagden auf Antilopen, Affen, Elefanten, Klippschliefer und Vögel der verschiedensten Art waren in der Tat so ergiebig, die Landschaft so schön und die Vegetation im Gebirge so üppig, daß Brehm auf dem von zwei berühmten Naturforschern (Rüppell und Ehrenberg) erforschten Gebiete sicherlich eine reiche Nachlese gehalten haben würde, wenn nicht zweierlei Umstände hindernd dazwischengetreten wären. Einmal die Kürze der Zeit, denn der gesamte Aufenthalt in den Bogosländern währte nur wenige Wochen, und dann das Mißgeschick, daß Brehm schon am 9. April vom Fieber befallen wurde, welches ihn bis zu seiner am 25. April angetretenen Rückreise nach Europa nicht wieder verließ und seine Beobachtungsfähigkeit natürlich auf das äußerste beeinträchtigte.

Gleichwohl wird man wahrhaft überrascht von der Fülle der Beobachtungen, welche er unter diesen höchst ungünstigen Verhältnissen dennoch angestellt und in dem naturwissenschaftlichen Berichte über diese Reise niedergelegt hat, der unter dem Titel: „Ergebnisse einer Reise nach Habesch im Gefolge Seiner Hoheit des regierenden Herzogs von Coburg-Gotha, Ernst II.“ (Hamburg 1863) als Ergänzung des fürstlichen Reisewerkes erschien. Es ist eben das Geheimnis des Forschers, mehr zu sehen als andere, sich im geeigneten Augenblicke zu vervielfältigen und auf der Jagd nicht nur die Bewegungen, sondern das ganze Gebaren der Tiere ins Auge zu fassen.

Immer mehr war nun in Brehm die Neigung für das seit längerer Zeit ziemlich allgemein vernachlässigte Studium des Tierlebens in den Vordergrund getreten. „In den neueren tierkundlichen Werken“, schrieb Brehm in seiner Habeschreise, „wird sonderbarerweise das Leben

der Tiere kaum berücksichtigt. Man begnügt sich mit genauen Beschreibungen des Leibes und wendet weitaus die größte Aufmerksamkeit auf dessen Zergliederung. Gewöhnlich erhalten wir nur über das Vorkommen eines Tieres die dürftigsten Nachrichten, während über die Lebensweise, die Sitten, Gewohnheiten, die Nahrung usw. ein tiefstes Stillschweigen herrscht."

In der Erwägung, daß hier Wandel geschaffen werden müsse, und in der klaren Erkenntnis, daß die Tierlebenkunde nicht nur ein ebenbürtiger Zweig der Naturforschung, sondern sogar derjenige ist, welcher weitere Kreise vor allem anzieht, wurde in Übereinkunft mit dem Verlagsbuchhändler Herrmann J. Meyer, dem Eigentümer und Leiter des damals noch in Hildburghausen heimischen Bibliographischen Instituts, das große Werk geplant, dem diese Zeilen zur Einleitung dienen, das „Illustrierte Tierleben", von dem im Jahre 1863 bereits die ersten Lieferungen erschienen. Es war von vornherein dazu bestimmt, im beabsichtigten Gegensatze zu den der Schule und Universität dienenden systematischen Handbüchern der Zoologie eine Darstellung des Lebens der Tiere für Haus und Familie zu werden, ein Werk, aus dem jeder Tierfreund, mochte er nun ein unstudierter Landwirt oder Jagdliebhaber oder ein Gelehrter sein, dasjenige über seine Lieblinge finden sollte, was in den eigentlichen zoologischen Handbüchern nicht anzutreffen ist und doch das allgemeine Interesse des Tierfreundes zunächst in Anspruch nimmt: die Lebensweise, Ernährungsart, das gesellschaftliche Leben der Tiere, ihre Gemütsart und geistigen Fähigkeiten, ihr Benehmen in den verschiedenen Lebenslagen, ihre Kunstfertigkeiten, Instinkte und Triebe, ihre Werbungen und Paarungen, ihr Familienleben, die Wanderungen, Freundschaften und Feindschaften untereinander und dem Menschen gegenüber. Im Vereine mit Professor Ernst Taschenberg (gest. 1898) in Halle, der die Insekten und Spinnentiere, sowie mit Professor Oskar Schmidt (gest. 1886), damals in Graz, später in Straßburg, welcher die wirbellosen Wassertiere übernahm, unterstützt von den trefflichen Tiermalern Robert Kretschmer und Emil Schmidt in Leipzig, von denen ersterer schon in den Bogosländern mit Brehm zusammen gearbeitet hatte, wurde ein Werk geschaffen, dessen Erfolge weltbekannt sind. Die Vollendung der ersten Ausgabe (in sechs starken Bänden) zog sich bis zum Jahre 1869 hin.

Schon während des Erscheinens vom ersten Bande des „Tierlebens" war aus Hamburg der verlockende Ruf an Brehm gelangt, die durch den Tod des Barons von Merk erledigte Stelle eines Direktors des dortigen zoologischen Gartens zu übernehmen. Da der Plan vorlag, den Garten völlig umzuschaffen, und auch die Mittel dazu vorhanden waren, diesen zu einer der ersten Anstalten dieser Art in Deutschland zu erheben, so mußte der Antrag für Brehm doppelt verführerisch erscheinen, zumal in anbetracht der Aussicht, daß er dadurch Gelegenheit erhalten sollte, gefangene Tiere in noch viel größerem Umfange und mit größerer Bequemlichkeit als bisher zu beobachten und diese Studien für sein begonnenes Werk auszunützen. In der Tat ist es ihm auch gelungen, den Garten und das damit in Verbindung gebrachte Aquarium schnell zu einem bis dahin noch nicht vorhandenen Glanze zu bringen. Allein das Amt hatte seine schweren Schattenseiten in der Abhängigkeit von den Meinungen einer vielköpfigen „Zoologischen Gesellschaft", deren Wünsche oft seine besten Absichten durchkreuzten, seine Tätigkeit lähmten und ihm bald ganz verleideten. Brehms Charakter hatte sich während der fünfjährigen afrikanischen Reise zu einer starken Subjektivität und zu einem lebendigen Unabhängigkeitsgefühl entwickelt. Als Führer einer kleinen Karawane, der gegenüber Entschlossenheit und Entschiedenheit notwendige Bedingungen waren, niemand als sich selbst verantwortlich und dem Besterkannten rücksichtslos folgend, war er nicht der Mann geworden, sich irgendwie unterzuordnen und fremden Wünschen, die ihm

unzweckmäßig schienen, im geringsten, selbst nur scheinbar entgegenzukommen. Sonst von weicher Gemütsart, wohlwollend gegen jedermann, den Freunden in der Not ein zuverlässiger Freund, war er unbeugsam, wenn es die Vertretung seiner Überzeugung galt, und ganz unmöglich schien es ihm, der sich brüstenden Mittelmäßigkeit oder unfähigen, aber einflußreichen Leuten eine Schmeichelei zu sagen. Man begreift, daß eine solche Unbeugsamkeit bald zu Reibungen und endlich zum Bruche führen mußte. Obendrein war zu dieser Zeit der Tod seines verehrten und geliebten Vaters (am 23. Juni 1864) dazugekommen, seine Stimmung zu verschlechtern. Unermüdliche geistige Arbeit — denn es galt ja, das „Tierleben" fertigzustellen — half ihm, über diese Aufregungen und Zerwürfnisse hinwegzukommen.

Gleichwohl begab er sich von neuem in ein ähnliches Joch, was man bei seinem Charakter und nach den gemachten Erfahrungen als einen Fehler und Irrtum bezeichnen muß, den er dann auch wieder schwer genug zu büßen hatte. Aber als er Ende 1866 Hamburg verließ, eröffnete sich ihm unter, wie er glaubte, ungleich günstigeren Anzeichen die Aussicht, eine Musteranstalt für Tierpflege in der preußischen Hauptstadt begründen zu helfen und dieser als unabhängiger, d. h. keinem wissenschaftlichen Komitee untergeordneter Leiter zur Blüte verhelfen zu können, und einer solchen Aussicht mochte es allerdings schwer sein, zu widerstehen. Es handelte sich um die Begründung des **Berliner Aquariums**. Während man ursprünglich sich auf die Schaustellung der Wassertiere zu beschränken gedacht hatte, wurde durch Brehms Eintritt der Plan alsbald umgestaltet, denn er erkannte mit Recht die Vielseitigkeit des Inhalts für eine Grundbedingung der gedeihlichen Entwickelung eines solchen Unternehmens und wollte vor allem und unter keinen Umständen seine Lieblinge, die Vögel, darin vermissen. Brehms Grundidee war mit seinen eigenen Worten, daß dem Besucher in verlockender Kürze ein Spaziergang von der Wüste aus durch den Urwald zum Meere dargeboten werde. Wie richtig die eben erwähnte Forderung der Vielseitigkeit war, geht daraus hervor, daß neben den eigentlichen Wassertieren stets besondere „Zugstücke" nötig waren, um das Interesse der Besucher lebendig zu erhalten, und es darf nur an die Rolle der anthropoiden Affen erinnert werden, welche trotz der bedeutenden, durch ihre Hinfälligkeit verursachten Kosten fast niemals im Berliner Aquarium gefehlt, ja dessen besonderen Ruhm ausgemacht haben.

Es war eine Lust, zu sehen, mit welchem Eifer und Erfolge Brehm daran ging, seine Anstalt zu der reichsten der Welt zu machen. Sein Name, seine vielseitigen Verbindungen und vor allem seine alte Übung und sein Geschick in der Tierpflege kamen ihm hierbei natürlich auf das beste zustatten. So war es nur natürlich, daß sich das Berliner Aquarium seit seiner Eröffnung (1869) unter Brehms Leitung bald einen Weltruf erwarb und zum Vorbilde für die meisten später errichteten Anstalten dieser Art dienen mußte. Natürlich fehlte es auch hier nicht an sachlichen und persönlichen Hindernissen. So bereitete die Herstellung eines den Meerestieren zuträglichen künstlichen Seewassers anfangs Schwierigkeiten, bis es dem damaligen Chemiker, späteren Direktor der Anstalt, Dr. Hermes, gelang, diesem Übelstande abzuhelfen. Ernsthafter waren auch hier die persönlichen Reibungen, die sich nach und nach zwischen den zum Zusammenwirken berufenen Männern entwickelten. In dem Bewußtsein des reinsten Strebens für das Beste der ihm anvertrauten Anstalt und in den Mitteln nicht kargend, wurde Brehm leicht schroff in seinen Abweisungen, wenn man in seine Pläne hineinzureden oder sie gar zu durchkreuzen suchte, und so wurde auch hier ein einsprießliches Zusammenwirken mit der Zeit unmöglich und das Amt zuletzt zu einem wahren Martyrium für den selbstbewußten Mann.

Nach etwa achtjähriger, äußerlich erfolgreicher Leitung legte Brehm im Frühjahr 1874

müde und krank das Amt nieder, welches er besser nicht übernommen hätte, und wie schlimm die Erregungen der letzten Jahre auf seine Gesundheit eingestürmt hatten, geht daraus hervor, daß er unmittelbar darauf in eine heftige Krankheit (Gehirnentzündung) verfiel und nur mit Mühe gerettet werden konnte. Um sich zu erholen, verlegte der vom schweren Krankenlager Erstandene für einige Zeit seinen Wohnsitz nach Kunersdorf bei Hirschberg am Riesengebirge, woselbst er sich in der frischen Gebirgsluft auch bald so erholte, daß er zu Michaelis desselben Jahres mit seiner Familie nach Berlin zurückkehren konnte. Von da ab ist er ein freier Mann geblieben, der nur seiner natürlichen Anlage und Befähigung, als Naturforscher und Volksschriftsteller zu wirken, lebte und seine Zeit fortan so einteilte, daß er in der Regel im Sommer an seinen Büchern arbeitete, während er im Winter jene Vortragsreisen durch die größeren Städte Deutschlands und der benachbarten Länder unternahm, die unter den Gebildeten aller Stände einen so außerordentlichen Beifall gefunden haben. Brehms Vortrag hatte große Vorzüge, denn abgesehen von seinem klangvollen Organ verfügte er über die Gabe, ohne falsches Pathos und ohne schauspielerische Künste einfach und doch überaus eindringlich und lebensvoll zu schildern. Obwohl er meist über seine eigenen Beobachtungen in Afrika oder im hohen Norden berichtete, hatte man niemals das Gefühl, einen berühmten „Afrikareisenden“ vor sich zu haben, und dieses bescheidene Zurücktreten der eigenen Persönlichkeit übte auf alle Zuhörer einen unwiderstehlichen Zauber.

Er konnte seine Muße damals wohl gebrauchen, denn er hatte sein Buch „Gefangene Vögel, ein Hand- und Lehrbuch für Liebhaber und Pfleger einheimischer und fremdländischer Käfigvögel“, von dem 1872 der erste Band erschienen war, zu beendigen, und neben der Vollendung dieses Werkes (1876), welches der Stubenvogelpflege zum ersten Male eine gediegene Grundlage gab, und von welchem der große Aufschwung dieser Liebhaberei datiert, für die er auch in der „Gartenlaube“ fortdauernd wirkte, kam die Bearbeitung einer neuen Auflage von Roßmäßlers „Süßwasser-Aquarium“ (1875) und vor allem diejenige der zweiten Auflage des „Tierlebens“ an die Reihe, von dem der erste Band 1876 ausgegeben wurde. Wer die erste Auflage dieses großen Werkes mit der zweiten vergleicht, weiß, daß die Neubearbeitung ein Stück ernster Arbeit bedeutete, denn Brehm hatte sich durch den seltenen und verdienten Erfolg nicht verführen lassen, die Hände in den Schoß zu legen, sondern ergänzte, feilte, verbesserte und berichtigte unermüdlich weiter. Das Werk, welches ursprünglich nur 6 Bände umfaßte, wuchs fast auf das Doppelte des Umfanges heran.

Aber lange bevor er diese Arbeit vollendet hatte, gelangte wieder eine Aufforderung zur Mitreise in ferne Himmelsstriche an ihn, der er bei seinem unzähmbaren Forscher-, Jagd- und Reisedrang nicht zu widerstehen vermochte: sein langjähriger Freund und Berufsgenosse Dr. Otto Finsch aus Bremen lud ihn ein, an der wissenschaftlichen Expedition zur Erforschung von Westsibirien, die von dem „Verein für die deutsche Nordpolarfahrt in Bremen“ ins Leben gerufen wurde, teilzunehmen. Im wesentlichen bestand diese Expedition, zu deren Kosten A. M. Sibiriakoff in Irkutsk 20000 Mark beitrug, nur aus Brehm und Finsch, welche beide ihrem eigentlichen Fache nach Ornithologen waren, und es darf als ein günstiger Umstand bezeichnet werden, daß sich ihnen ein württembergischer Offizier, Graf Karl von Waldburg-Zeil-Trauchburg, der zugleich Botaniker war, auf eigene Kosten anschloß. Die Reise wurde nach den besten Vorbereitungen im Vorfrühling 1876 angetreten, und schon am 19. März langten die Teilnehmer mit der Eisenbahn in Nishnij Nowgorod an, von wo die Weiterbeförderung auf bösen, durchgetauten Wegen in Schlitten über den Ural erfolgte, dann teils zu Pferde, teils auf Kamelen durch Kosaken-, Tataren- und Kirgisensteppen

bis zum Alatau und Altai fortgesetzt wurde, worauf, nach einem kurzen Ausfluge über die chinesische Grenze, durch die Gebiete der Samojeden und Ostjaken nordwestlich nach den Tundren aufgebrochen wurde, bis zum Karischen Meere hin.

Trotz des außerordentlich freundlichen Entgegenkommens, welches die Teilnehmer fast überall fanden, war die Reise zum Teil recht beschwerlich, namentlich in ihrem zweiten Teile auf der Tundra Nordwestsibiriens, wo zu der Unwegsamkeit und Mückenplage noch die damals in jenen Strichen wütende Renntierseuche kam, die den Lebensunterhalt und das Vorwärtskommen durch das Fehlen des wichtigsten Nahrungs- und Zugtieres jener Striche bedeutend erschwerte. Die Expedition war in ethnologischer Beziehung vielleicht ergebnisreicher als in zoologischer und botanischer Richtung, denn die Reisenden waren ja in diesen ansiedelungsarmen Gegenden auf den beständigen und unmittelbarsten Verkehr mit der einheimischen Bevölkerung angewiesen, mußten in den Jurten der Nomaden schlafen und ihre der Gegend angemessene Lebensweise nachahmen.

Für den Verfasser des „Tierlebens" war der Ausflug insofern nicht unergiebig, als er dazu gelangte, zahlreiche Gebirgs- und Steppentiere zu beobachten und zu erlegen. Nach etwa neunmonatiger Abwesenheit trafen Brehm und Finsch wieder in der Heimat ein.

Bald nach der Ende 1876 erfolgten Rückkehr aus Sibirien begannen Brehms Beziehungen zu dem Kronprinzen Rudolf von Österreich, der, selbst ein eifriger Weidmann und Forscher auf dem Gebiete der Vogelkunde, seine Verdienste vollauf zu schätzen wußte, ihm die aufrichtigste Zuneigung entgegenbrachte und ihn bald durch seine persönliche Freundschaft auszeichnete. Der nähere Verkehr begann 1877, und schon im nächsten Jahre begleitete Brehm den Kronprinzen auf einer Reise nach Ungarn, 1879 nach Spanien, Reisen, die man mehr als wissenschaftliche denn als bloße Vergnügungsreisen bezeichnen darf, denn sie galten zu einem guten Teile der von Brehm früh in Angriff genommenen „Adlerfrage", für die sich Kronprinz Rudolf, der ein eifriger Mitarbeiter ornithologischer Zeitschriften war, lebhaft interessierte.

Die erwähnten Forschungsreisen in Österreich-Ungarn und Spanien, die Brehm als Begleiter des Kronprinzen Rudolf angetreten hatte, waren reich an Ehren geworden. So bezeugte der Herzog von Meinigen dem Forscher seine Hochachtung durch Verleihung der großen Medaille für Kunst und Wissenschaft, Kaiser Franz Joseph verlieh ihm den Orden der Eisernen Krone, mit dem damals noch die Erhebung in den persönlichen Adelsstand verbunden war.

Aber diese Jahre, die so reich an Auszeichnungen waren, schlugen seinem Herzen auch tiefe Wunden durch die herbsten Verluste, die er jemals zu überwinden hatte. Schon bald nach seiner Rückkehr aus Sibirien mußte er (1877) seine alte Mutter begraben, und im folgenden Jahre verlor er bei der Geburt seines jüngsten Söhnchens die unersetzliche Gattin, sie, die ihm im schönsten Sinne des Wortes die beste Stütze, Gehilfin und Mitarbeiterin bei seinem Tagewerke gewesen war. Es war ein Schlag, von dem er sich nie völlig wieder erholt hat, denn die Sonne seines Lebens war untergegangen! — Anderseits wuchs der Kreis seiner Verehrer und der Beifall seiner Vorlesungen von Jahr zu Jahr, und seine äußeren Lebensverhältnisse gestalteten sich so günstig, daß er alljährlich im Sommer 3—4 Monate einzig der Erholung auf seiner Besitzung in Renthendorf widmen konnte, woselbst der nur als Tierfreund bekannte Naturforscher eifrig — Rosen züchtete und es zu einer bedeutenden Sammlung der schönsten und seltensten Arten brachte. Im Winter ging es dann wieder mit neuen Kräften auf die Reise, um womöglich ein Vermögen zu erwerben, welches die Zukunft der Töchter und Söhne nach menschlichem Berechnen sichern sollte.

Ohne Zweifel — denn für sich selbst brauchte er nicht viel — war es auch diese liebevolle Fürsorge für die Seinigen, die ihn 1883 dazu veranlaßte, ein ihm angetragenes Abkommen für eine größere Vortragsreise in Nordamerika zu unterzeichnen, die wahrscheinlich infolge der damit verbundenen Anstrengungen und Aufregungen viel dazu beigetragen hat, seinem arbeitsreichen Leben ein verfrühtes Ziel zu setzen. Kurz vor Antritt der Reise, die von Ende 1883 bis April 1884 währte, erkrankten seine fünf Kinder sämtlich an Diphtheritis, und er hätte seine Reise unter diesen Umständen natürlich unterlassen, wenn ihn sein Kontrakt nicht zu schwerem Reugelde verpflichtet hätte, wozu noch kam, daß der behandelnde Arzt die beruhigendsten Zusicherungen über den Zustand der Kinder geben zu können glaubte. In der Tat kamen vier von ihnen glücklich davon, aber den jüngsten Sohn, das letzte Vermächtnis der geliebten Frau, seinen und der ganzen Familie Liebling, raffte die tückische Krankheit dahin, bevor Brehm noch den Fuß auf das amerikanische Festland gesetzt hatte.

„So schonend und allmählich“, schreibt mir sein Sohn, „ihm auch diese Nachricht beigebracht wurde, so tief erschütterte sie ihn doch. Man kann sagen, daß er seitdem völlig innerlich gebrochen war. Mechanisch erledigte er seine schwere Arbeit von 50 Vorträgen, dann im Mississippital warf ihn eine Malaria, der die seelische Erschütterung nur allzu wirksam vorgearbeitet hatte, aufs Krankenlager . . . und er erholte sich nur langsam. Ein an Körper und Geist gebeugter Greis kehrte er heim. Wir erschraken über sein graues Haar, über das trübe Auge, als wir ihn wiedersahen . . .“

Er brachte nach der Rückkehr zunächst einige Wochen zu seiner Erholung in Friedrichstanneck bei Eisenberg zu und trat dann die letzte seiner vielen Reisen nach Unterrenthendorf an. Eine schwere Nierenerkrankung bildete sich bei ihm aus, die seine Kräfte sehr schnell aufzehrte, wobei ihn das Nachlassen der früher unermüdbaren Arbeitskraft am meisten beunruhigte. Den Sommer über hielt sich sein starker Körper aufrecht, aber im Herbste ging es mit ihm zu Ende. Der noch nicht 56jährige Mann, der sich noch mit so reichen Plänen getragen und noch so viel für seine Forschungsgebiete hätte leisten können, erlag am 11. November 1884 nachmittags gegen 5 Uhr seiner Krankheit. Ein Schlaganfall erlöste ihn zuletzt unvermutet von seinen Leiden.

In den Jahren seiner Kraft war Brehm ein schöner, schlanker Mann mit höchst ausdrucksvollem Gesicht, dem die hohe Stirn, die kräftige Adlernase, die freundlichen graublauen Augen, der dunkle Vollbart und das meist langgetragene dunkle Haupthaar etwas Apostelmäßiges gaben. Und so als ein begeisterter Verkünder der Naturgröße, als ein Verächter und Bekämpfer der Bemühungen, die Menschheit der Naturkenntnis zu entfremden, faßte er seine Mission zu allen Zeiten mit einem heiligen Eifer auf, der ihm manchmal scharfe Worte in die Feder gab. Sein Wesen war aller Halbheit abhold, er konnte weder den Höfling spielen, noch unter schmeichlerischen Worten seine wahre Gesinnung verbergen und mußte sich naturgemäß dadurch viele Feinde, nicht nur im klerikalen Lager, sondern auch unter Fachgenossen, machen. Mit dieser Geistesanlage ist ein starkes Selbstgefühl untrennbar verbunden, und es ist wohl möglich, daß Brehm dabei manchmal aus den reinsten Absichten anderen zu viel getan hat.

Es scheint mir aber auf einem Mißverständnis zu beruhen, wenn man ihm dieserhalb ein hochfahrendes Wesen zugeschrieben hat. Denn im Grunde war ihm eine kindlich-heitere Natur und Unbefangenheit eigen. Er konnte ebenso wie durch seine Vorträge eine große Zuhörerschaft, einen kleinen Kreis durch Erzählung seiner Erlebnisse fesseln, und dabei war ihm alle Großsprecherei so weit fremd, daß er seine Kinder zu deren größtem Leidwesen aus

dem Zimmer schickte, wenn er im engeren häuslichen Kreise von seinen Reisen erzählte. Sie sollten ihn nicht als den berühmten Reisenden kennenlernen!

Brehms Schriften sind oft hart getadelt und angegriffen worden, denn durch seine ständige Mitarbeiterschaft an der „Gartenlaube", durch seine Verteidigung des freien Standpunktes der Forschung, durch seine Hinneigung zu Darwin und seinen unverhüllten Haß gegen die fromme Heuchelei hatte er sich unzählige Feinde, namentlich im klerikalen Lager, erworben. Man hat daher an seinen Werken viel zu mäkeln gewußt und von seinem „Tierleben" gesagt, es sei nichts weiter als eine unwissenschaftliche Zusammenstellung aus dem Munde von Jägern und Jagdliebhabern und daher auch nur für solche brauchbar. Man hat im besonderen hervorgehoben, daß sich aus dem Benehmen einzelner, durch Gefangenschaft eingeschüchterter oder schlecht erzogener Tiere keine Schlüsse über Gemütsart und geistige Fähigkeiten ihrer Sippschaft im allgemeinen ziehen ließen.

Der eine Vorwurf ist aber genau ebenso unberechtigt wie der andere. Eine „wissenschaftliche Zoologie" wollte Brehm nicht schreiben. Wenn man ihm aber vorwarf, daß er nicht individualisieren könne, und daß er die aus dem Benehmen eines einzelnen Tieres gezogenen Schlüsse geneigt gewesen sei, auf die ganze Artgenossenschaft auszudehnen, so tat man ihm bitter unrecht. War ein bestimmtes Tier bisher nur in einem einzigen Stück der Beobachtung zugänglich gewesen, so konnte er allerdings nichts weiter tun, als die Ergebnisse dieser alleinstehenden Beobachtung mitzuteilen. In all den Fällen aber, wo eine größere Anzahl von Gewährsmännern zu haben war, urteilte er durchaus nicht nach vereinzelten Beobachtungen. Daß er als Anwalt der Tiere manchmal geneigt war, ihre guten Seiten zu überschätzen, und bei anderen wieder durch Reiseberichte sich verlocken ließ, ihre Furchtbarkeit mehr als billig hervorzuheben, mag zugegeben werden. Man darf aber solche Äußerungen nicht aus einem großen Ganzen herausgreifen und ein Gewicht darauf legen, das sie nicht beanspruchen. Jedenfalls war Brehm von aller Empfindsamkeit in der Naturauffassung frei, und die Verbreitung des vorliegenden Werkes zeigt, wie viele Menschen er für die Versenkung in das Seelenleben der Tiere und die Größe der Natur gewonnen hat. Das aber ist, abgesehen von seinen wertvollen eigenen Forschungen, die er in Fachzeitschriften niedergelegt hat, ein Verdienst, welches niemand versuchen darf, ihm streitig machen zu wollen.

Einzeller (Protozoa).

Bearbeitet von Dr. Victor Franz.

Die Einzeller (Protozoa) wurden bisher meist „Urtiere" genannt, und der lateinische Name bedeutet dasselbe. Der Name Urtiere besagt viel und nichts. Viel, indem er uns die Einsicht in die Anfänge der Lebewelt, in jene Reihen verspricht, die eben aus dem Gestaltungslosen sich zu den einfachsten Formen herausarbeiten; wenig, indem er unsere Vorstellungen über den eigentlichen Inhalt der großen Abteilung vollkommen im unklaren läßt. Die Worte „Würmer", „Weichtiere", „Wirbeltiere" usw. knüpfen an Geschöpfe an, die uns täglich vor Augen kommen und ein für jedermann verständliches Gepräge haben. Unter einem Urtiere kann man sich aber ohne ganz bestimmte Anleitung gar nichts denken, und hat man auch einige gesehen, so lassen sie auf die Gestalt und typische Ausbildung der übrigen keinen Schluß ziehen. Die Übersicht über die anderen Kreise des Tierreiches wird von vornherein dadurch erleichtert, daß man für sie eine bestimmte Richtung der Formenbildung, des Baustiles angeben kann. Die meisten Urtiere sind nun zwar nicht geradezu formlos, bestehen aber aus Formen der verschiedenartigsten Anlage. Unter diesen Umständen läßt sich über die Gestalt der Protozoen etwas Allgemeingültiges überhaupt nicht sagen. Es gehören nach der Meinung vieler Naturforscher große Gruppen von Organismen hinzu, deren tierische Natur von anderen mit guten Gründen angezweifelt wird. Wir kommen mit ihnen vielmehr in das Grenzgebiet der Tier- und der Pflanzenwelt, und es ist bekanntlich viel darüber geforscht und gestritten worden, ob es wirkliche Grenzen zwischen beiden Reichen gibt, oder ob nicht vielmehr Wesen zweideutiger und einfacher Beschaffenheit den Übergang zu einem unmerklichen machen.

Dagegen wissen wir über den inneren Bau der Protozoen heute eins ganz genau, was ehedem noch nicht so gewiß war, und was eben den Namen Einzeller rechtfertigt: alle diese meist mikroskopisch kleinen Wesen haben im Inneren ihrer flüssigen, „Protoplasma" genannten Körpermasse einen „Kern", geradeso wie alle jene zahllosen „Zellen", die als winzig kleine Bausteine den Körper jedes größeren pflanzlichen wie tierischen Lebewesens zusammensetzen: sie sind einzelne Zellen.

Damit das unvermeidliche Wort Protoplasma, Plasma oder Sarkode, ohne das ein Verständnis der Beschaffenheit und des Lebens, auch der Lebeweise der Einzeller ganz unmöglich ist, kein leerer Klang bleibt, ist freilich kein anderer Ausweg möglich, als daß man sich von einem befreundeten Naturforscher wirkliches Protoplasma unter dem Mikroskop zeigen läßt. Ein sehr günstiges, im Sommer immer leicht herbeizuschaffendes Objekt sind die Haare an den Staubfäden der Tradescantia. In diesen Haaren, langgestreckten Zellen, ist bei einer Vergrößerung von 400—500 ein in fortwährender Veränderung und

stetem Fließen befindliches Netz einer dickflüssigen Substanz wahrzunehmen, deren Bewegung sich besonders aus dem Fortgleiten darin enthaltener feiner Körnchen ergibt. Diese Beweglichkeit erscheint als eine der auffallendsten und wichtigsten Eigenschaften des in der Pflanzenzelle eingeschlossenen Protoplasmas, und in auffälliger Weise kehrt sie auch in so manchen tierischen Zellen, ganz besonders aber bei Einzellern, wieder. Was wir uns unter dem Kern der Zelle vorzustellen haben, ist durch seinen Namen schon teilweise gesagt. Fügen wir noch hinzu, daß kein Protoplasma dauernd lebend kann, wenn man den Kern fortnimmt, daß also zweifellos zwischen diesem und dem Protoplasma ein ständiger Austausch von Stoffen vor sich geht, daß ferner einer jeglichen Zellteilung, der Grundlage aller Vermehrungs- und der meisten Wachstumsvorgänge, die Teilung des Kernes vorangeht und ihr erst die Teilung des Plasmas folgt, und daß schließlich die Kerne namentlich bei den Protozoen sehr verschiedene Gestalt haben können, so mag fürs erste genug über das Wesen der Zelle und über den Bau der Einzeller gesagt sein. Es gibt keine kernlosen Protoplasmen: die sogenannten Moneren, an deren Vorkommen man eine Zeitlang glaubte, sind fast sämtlich von der Liste der bestehenden Lebensformen gestrichen oder in die Scharen des kernhaltigen Organismen eingereiht worden, wenigstens soweit es sich um das Gebiet der Zoologen handelt; die Botaniker sind sich gegenwärtig noch nicht darüber einig, ob die Bakterien und Blaualgen kernlose Protoplasmen sind, oder ob auch diese kleinsten aller Lebewesen, wie einige Forscher meinen, Kerne haben und somit zelligen Baues sind. Die Genauigkeit fordert von uns, noch zu erwähnen, daß nicht alle einzelligen Tiere einkernig sind, manche haben mehrere, selbst viele Kerne; namentlich ist das bei größeren Formen der Fall, so, um nur einige Beispiele zu nennen, bei dem Strahlenkugeltierchen (Actinosphaerium), ferner, fast selbstverständlich, im Bereiche der kalkschaligen Kammerlinge (Foraminifera), von denen es heute noch Arten von mehreren Millimetern Durchmesser gibt, in nicht allzu ferner geologischer Vergangenheit aber Stücke von mehr als Talergröße lebten. Man sieht zugleich: nicht alle Einzeller sind winzig klein.

Die meisten Einzeller bestehen nur aus organischer, plasmatischer Substanz und lassen dann meist an ihrer Oberfläche eine festere hautähnliche Schicht, das Ektoplasma, von dem weicheren Inneren, dem Entoplasma, unterscheiden. Nur in wenigen Abteilungen finden sich mineralische Skelettgebilde, wie z. B. die Kieselskelette der Radiolarien, die Kalkschalen der Foraminiferen. Im Entoplasma sind namentlich bei Süßwasserformen stets Flüssigkeitsblasen, sogenannte pulsierende Vakuolen, vorhanden, die die Aufgabe haben, dem Plasma das ständig von außen eindringende Wasser, das es gleichsam verdünnen würde, zu entziehen, daher sich rhythmisch anfüllen und durch Platzen nach außen entleeren, ferner sehr häufig Fett- und andere Tröpfchen oder Körnchen, seltener schon Stärke- (Amylum-) und Paramylumkörner. Wohl zu unterscheiden von den pulsierenden Vakuolen sind die Nahrungsvakuolen, Flüssigkeitströpfchen, die die ins Plasma aufgenommenen Nahrungskörper umschließen und an keinen bestimmten Platz gebunden sind, oft aber mit der Nahrung selbst sich auf vorgeschriebener Bahn durch den Plasmakörper bewegen. In ihnen werden die Nährstoffe verflüssigt, wie man auch sagt: „verdaut“ oder „assimiliert“, so daß sie in das Plasma des Tieres eindringen können, während mitaufgenommene Hartgebilde oder sonstige unverdauliche Stoffe, wozu bei dem Fleischfresser Bursaria auch Stärke gehört, in den Nahrungsvakuolen unverändert bleiben bis zu ihrer Ausstoßung aus dem Körper. Soweit man in einzelligen Tieren grüne oder gelbliche Chromatophoren fand, handelt es sich oftmals um symbiotische Einmieter aus dem Pflanzenreich, einzellige Algen,

sogenannte Zoochlorellen oder Zooxanthellen, die dem Tiere Nährstoff entnehmen und ihm dafür Atemluft, Sauerstoff, bereiten. Pigmentflecke ganz anderer Art sind dagegen die roten sogenannten Stigmata oder Augenflecke der Euglenoiden, Phytoflagellaten und gewisser Dinoflagellaten. Sie bestehen nach Francé, der sie bei starker Vergrößerung untersuchte, aus einer feinmaschigen Grundmasse, die zahlreiche rote Körnchen enthält, außerdem oft aus einer oder mehreren stark lichtbrechenden, aus Stärke oder einer stärkeartigen Substanz gebildeten Kugeln. Die den Stigmata im Einzeller anliegenden lichtbrechenden Körner wurden manchmal sogar etwa wie Augenlinsen aufgefaßt. Es ist aber sehr fraglich, ob wir es in allen diesen Fällen wirklich mit Lichtsinnesorganen oder aber mit Organellen irgendwelcher anderer, noch nicht ermittelter Tätigkeiten zu tun haben. Jedenfalls geht aus Engelmanns Versuchen an Euglena nicht eine besondere Lichtreizbarkeit des Stigmas hervor, vielmehr ist die Reaktion auf Schattenreize bei der genannten Art ein und dieselbe, auch wenn der Schatten nur den vor dem Pigmentfleck gelegenen Teil des Tieres trifft.

Anderweitige Sinnesorganellen — man spricht von „Organellen" beim Einzeller, während man beim Vielzeller dafür „Organe" sagt — sind gewisse steife Haare oder Borsten, die über die beweglichen Wimperhärchen hervorragen und dem Tastvermögen dienen. Bei Stentor kann ein gewöhnliches Wimperhaar vorübergehend stillstehen und damit zu einem Tasthaar werden und umgekehrt.

Damit ist schon das Wenige, was über Sinnesorganellen am Protozoenkörper gesagt werden kann, erwähnt; eine wesentlich größere Rolle spielen die Bewegungsorganellen, die wir soeben schon beiläufig streiften. Bei den Wurzelfüßern (Rhizopoda) wird Bewegung und Ernährung hauptsächlich dadurch in sehr einfacher Weise vollzogen, daß der Körper mehr oder weniger formlose oder doch formunbeständige, protoplasmatische Lappen oder Fäden, „Scheinfüßchen" oder „Pseudopodien" genannt, ausstreckt und wieder einzieht. Auf solchen vorgestreckten Flüssigkeitsmassen schreitet geradezu manche Amöbe, mit ihnen umfließt sie auch Nahrungskörper, verleibt diese also auf einfachste Weise sich ein und stößt die unverdaulichen Reste an irgendeiner Stelle wieder aus ihrem Plasmaleibe aus. Bei den Geißeltieren (Flagellata) dienen der Fortbewegnng lange, dünne, in Ein-, Zwei- oder Mehrzahl vorhandene, im allgemeinen formbeständige Fäden, die wegen ihrer schwingenden Bewegung Geißeln genannt wurden. Vermutlich ist ihre Bewegung, genau genommen, eine spiralig schlängelnde und das Prinzip der Bewegung dasselbe wie z. B. beim schwimmenden Blutegel, doch ins Dreidimensionale übertragen. Die Wimpertiere (Ciliata) sind über und über mit kleinen beweglichen Wimpern oder „Zilien" bekleidet, deren ständiger Schlag etwa auf Ruderwirkung hinauskommt. Bei den Geißel- und Wimpertieren, die auch oft Geißel- und Wimperinfusorien genannt werden, dient meist eine besondere Stelle, der Zellmund, zur Nahrungseinfuhr, auch zur Ausscheidung der unverdaulichen Reste der Nährstoffe. Seltener ist ein besonderer Zellafter ausgebildet.

Es gibt noch manche Arten von Organellen in der Hautschicht oder Pellicula der Protozoen. Zu den weniger auffälligen, aber recht bemerkenswerten gehören die Nesselorganellen oder Trichozysten (Knidozysten, Nematozysten), die bei Berührung explodieren und etwaige Angreifer gleichsam mit scharfen Pfeilen beschleudern. Nicht in der Pellikula, aber, wenn sie überhaupt vorhanden sind, stets dicht unter ihr liegen im Protozoenkörper oftmals Muskelfädchen, auch Myonemen genannt, die durch ihre Zusammenziehbarkeit den Körper etwas verkürzen, bei ungleichseitiger Zusammenziehung ihm auch Biegungen geben können. Sie herrschen bei den Wimperinfusorien vor und bewirken ausgesprochene

Gestaltveränderungen namentlich bei langgestreckten Arten, wie bei den Trompetentierchen und dem Schwanenhalstierchen, sowie das Zusammenschnurren der Stiele der Glockentierchen.

Die Fortpflanzungsverhältnisse der Einzeller sind sehr verwickelt. Im einfachsten Falle erfolgt eine Zweiteilung des Tieres, die bald eine Längsteilung, bald eine Querteilung in gleiche Teilstücke sein kann; daneben kommt, wenn auch seltener, die Knospung vor, bei der sich vom Muttertier ein sehr viel kleineres Tochterwesen oder mehrere solche ablösen. Eine verbreitete, bei manchen Arten neben der Zweiteilung, bei anderen sogar ausschließlich vorkommende Fortpflanzungsweise ist ferner die Vielteilung oder Auflösung in „Sporen" oder „Gameten". Diese können untereinander alle gleich sein, in anderen Fällen sind sie teils größer, teils kleiner, wobei die kleineren meist die beweglicheren sind und die beiden Arten von Sporen, die Makro- und Mikrogameten oder -sporen, dann hochgradig das Ebenbild von Ei- und Samenzelle eines vielzelligen Organismus sind, wie sie denn auch dazu bestimmt sind, paarweise miteinander zu verschmelzen und dann zum fertigen Einzeller heranzuwachsen. Außer dieser Art von Paarung, die auch Kopulation genannt wird und eine dauernde Verschmelzung junger Individuen ist, gibt es noch bei den Wimperinfusorien eine meist nur vorübergehende Paarung der vollausgebildeten Tiere mit nachfolgender Wiedertrennung. Diese wird Konjugation genannt und ist zweifellos ein sehr wichtiger Vorgang, der zu einem Austausch von Zellkernsubstanzen führt.

Sehr eingehende Untersuchungen haben A. Gruber, R. Hertwig, Maupas und andere über die Konjugation des Pantoffeltierchens (Paramaecium aurelia), eines gemeinen Infusors aus der Familie der Holotrichen, gemacht. Diejenigen Paramäzien, die zur Konjugation schreiten wollen, schwimmen anfangs um- und übereinander her, berühren sich, haften wohl auch einen Augenblick aneinander, um sich wieder loszulassen, bis schließlich die Vereinigung erfolgt (s. Tafel „Einzeller I", 6, bei S. 34). Sie geschieht zunächst vorn an der Spitze der beiden Infusorien und dann an den Mundöffnungen, also näher dem Hinterende. An diesen beiden Stellen bleiben die Tiere fest vereinigt, während der übrige Teil des Körpers nur lose oder auch gar nicht mit dem des anderen Individuums vereinigt ist. Außerdem liegen die Tiere nicht in einer Ebene aneinander, sondern etwas gekreuzt. Die eben gepaarten Pantoffeltierchen haben jedes, wie die Wimperinfusorien im allgemeinen, zwei Kerne, den Hauptkern und Nebenkern, noch in charakteristischer Lage nebeneinander. Der Enderfolg der nunmehr stattfindenden, verwickelten Vorgänge an den Zellkernen ist, daß die Hauptkerne sowie kleine Teile der Nebenkerne zerfallen, daß aber ferner, was wichtiger ist, die Hauptmasse des Nebenkernes in jedem Paarling lebensfähig bleibt und sich in zwei Hälften teilt, deren eine zum anderen Paarling hinüberwandert. So kann in jedem der beiden aneinandergeschmiegten Pantoffel ein Stück eigener Kernmasse mit dem vom Paarling herzugewanderten Kernstück, dem Wanderkern, verschmelzen; der dadurch neu entstehende Kern bildet sich noch zu Haupt- und Nebenkern um, und die beiden Infusorien, die sich inzwischen wieder voneinander gelöst haben, erscheinen so beschaffen, wie sie vor der Konjugation waren.

Zwischen zwei Konjugationen können stets eine erhebliche Anzahl von Teilungen erfolgen, aber kaum ins Unendliche fort, von Zeit zu Zeit müssen durch Teilung hervorgegangene Individuen wohl aufs neue Konjugationen eingehen. Geschieht das nicht, so degeneriert nach den Untersuchungen von Maupas und anderen die Nachkommenschaft immer mehr, sie wird kleiner, die Gestalt ihres Körpers und ihres Kernes ändert sich, sie büßen ihr Flimmerkleid teilweise und damit die Fähigkeit genügender Beweglichkeit und Nahrungsaufnahme ein und gehen schließlich an Altersschwäche zugrunde. Teilung ohne Konjugation

wirkt also ähnlich wie fortgesetzte Inzucht, und es ist gewissermaßen auch für die Infusorien das, was man bei Haustieren als „Auffrischung des Blutes" bezeichnet, nötig. Man sieht, gewisse wichtige Lebensprinzipien beherrschen den Kreislauf der Einzeller genau so wie den der vielzelligen Tiere und Pflanzen.

Nicht wenige Infusorien umgeben sich beim Eintrocknen der Gewässer oder beim Verderben des Wassers mit einer schützenden Hülle, sie verkapseln oder „enzystieren" sich, um im eingetrockneten Schlamme neues Aufleben zu erwarten oder im Staube über Berg und Tal getragen zu werden. Sie teilen diese Zählebigkeit, wie wir wissen, mit vielen anderen kleinen Organismen und deren Keimen, und die Erkenntnis dieser Verhältnisse hat längst der ehemals als ein Wunder angestaunten Erscheinung, wenn auf Regen nach langer Dürre die eben entstandenen kleinen Teiche binnen wenigen Tagen eine reiche Lebensfülle beherbergen, das Gepräge des Unerklärbaren abgestreift. Manche Arten überdauern auch den Winter im enzystierten Zustande, und schließlich gibt es noch manche andere Arten von Zysten. Die Zysten einer Infusorienart sind daher nicht immer von gleicher Bedeutung, man hat z. B. bei den Heuinfusorien (Colpoda), nach Rhumbler, dreierlei verschiedene zu unterscheiden: Dauerzysten, Teilungszysten und Sporozysten.

Die Dauerzysten schützen die Tiere gegen die Hitze, die Kälte, den Mangel an Wasser und Sauerstoff. Läßt man das Wasser, in dem sich Kolpoden aufhalten, auf dem Objektträger unter dem Mikroskop langsam verdunsten, so sieht man, wie die Tiere anfangen, gleichsam geängstigt hin und her zu jagen, und wie sie bemüht sind, sich von etwa kurz vorher aufgenommenen Nahrungsballen zu entlasten. Plötzlich hört ihr unruhiges Hin- und Herfahren auf, sie fangen an, auf einem Punkte zu bleiben und sich um eine ihrer Achsen, die einen rechts, die anderen links herum rasch zu drehen. Dabei ziehen sie sich zu Kugeln zusammen, ziehen auch ihre Wimpern ein und scheiden die gelatinöse Hülle ab. Im Wasser gelassen, scheinen diese Zysten nie auszuschlüpfen, erst wenn sie mindestens zwei Tage trocken gelegen hatten, war es möglich, das latente Leben ihres Inhalts wieder in ein aktives überzuführen. Die Dauerzyste, in der das Infusor, abgesehen vom Verlust seines Wimperkleides, unverändert bleibt, kann ihren Schützling nur drei Wochen lang im Sommer erhalten, danach ist sie nicht wieder zum Leben zu erwecken; es ist also ein Irrtum, daß, wie man früher glaubte, eingekapselte Infusorien, wenigstens Colpoda, ein latentes Leben sozusagen ewig führen könnten. Zur Beschreibung der Teilungszysten von Colpoda knüpfen wir an die obenerwähnten Verhältnisse der ungeschlechtlichen Fortpflanzung der Infusorien an. Wenn man eine Schar von Heutierchen mustert, so werden einzelne auffallen, die sich nur langsam und richtungslos, gleichsam schlaftrunken taumelnd fortbewegen. Solche Tierchen stehen im Begriff, sich zu teilen. Haben sie eine ruhige Stelle, etwa zwischen einem Häuflein Bakterien, gefunden, dann ziehen sie ihr Kopfende ein, sich selbst zu ellipsoidischen oder kugelrunden Klümpchen zusammen, die zunächst immer um eine Achse, aber links und rechts herum in unregelmäßigem Wechsel, sich drehen. Dabei liegt die Vakuole immer an einem Ende der Rotationsachse. Um das rotierende Heutierchen bildet sich nun eine zunächst gelatinöse Hülle, die an einer Stelle ein feines Loch hat, nämlich da, wo die pulsierende Vakuole liegt. Diese stößt von Zeit zu Zeit ihren Inhalt auch während der Rotation aus und verhindert daher einen Verschluß der Zyste über der Stelle, wo ihre Ausführungsöffnung sich befindet. Ist später die Zyste erhärtet, dann rotiert der Inhalt um alle möglichen Achsen. Die Zystenöffnung vermittelt den Stoffwechsel des Zysteninhaltes und dient zum Ausschlüpfen der durch die Teilung hervorgegangenen Colpoda-Individuen.

Die Teilung selbst ist nicht immer gleich: der Inhalt langer Zysten zerfällt in zwei, der runder meistens in vier Stücke. Die Sporozysten von Colpoda sind wie die Dauerzysten völlig geschlossen, das eingeschlossene, von dem Infusor ausgestoßene Vakuolenwasser sammelt sich zwischen diesem und der Hülle, und jenes wird kleiner in dem Maße wie dieses zunimmt. Die vorher erwähnten Assimilationskörperchen werden sämtlich durch die Vakuole mit ausgestoßen. Ist das Tier auf die Hälfte seiner ursprünglichen Größe verringert, so werden seine Zilien eingezogen, es wird zu einem runden, homogenen Plasmaballen. Dieser scheidet eine zweite, viel dickere Hülle auf sich aus, die nach mehreren Stunden zu einer derben Zyste erhärtet. Nach geraumer Zeit zeigen sich auf der Außenseite der Innenmasse der Sporozyste äußerst kleine, stark lichtbrechende Körperchen in größerer Zahl, 8—30. Die Zystenwand bekommt dann Sprünge, der Inhalt quillt heraus und zerfällt bis auf jene stark lichtbrechenden Körperchen, die von nun ab im Wasser selbständig leben. Sie werden dort größer, verlieren ihre lichtbrechende Eigenschaft und sind nicht mehr rundlich, sondern unregelmäßig vieleckig, ändern aber fortwährend, wenn auch langsam, ihre Gestalt, gehen z. B. von der fünfeckigen in die dreieckige über usw. Die Gestaltveränderungen nehmen mehr und mehr zu, folgen rascher aufeinander, und endlich treten bewegliche Plasmafortsätze, Pseudopodien, auf: das junge Geschöpf ist zu einer Amöbe, d. h. zu einem beweglichen Protoplasmaklümpchen, geworden, es enthält eine Anzahl Kerne, 2—4, die sich bald zu einem einzigen vereinigen. Dann treten seine amöboiden Bewegungen seltener auf, nur ein langer geißelartiger Fortsatz ist vorhanden, mit dem es sich bewegt und an Fremdkörper befestigt. Endlich hören alle Bewegungen ganz auf, der Geißelfortsatz wird eingezogen, es zeigt sich eine Vakuole, und endlich bilden sich Wimpern, die das junge Wesen in eine schnelle Drehung versetzen. Allmählich streckt es sich in die Länge und nimmt bald die Gestalt einer jungen Colpoda an.

Die Tiere durch Eintrocknung zur Bildung von Dauerzysten zu bringen, gelingt in vielen Fällen. Derselbe Vorgang ist offenbar auch in freier Natur sehr häufig, z. B. bei dem grünen Geißeltierchen Euglena, das daher nach Entstehung von schmutzigen Wasserlachen durch Regen zu Tausenden in ihnen wimmeln kann, oder bei dem in dieselbe Verwandtschaft gehörigen Haematococcus, dessen intensiv rote Dauerformen die Erscheinung des Roten Schnees in den Alpen und Polargegenden hervorrufen.

Man sagt gewöhnlich, die Protozoen seien sämtlich über die ganze Welt verbreitet. In der Tat sind viele Arten vermöge ihrer Dauerzustände so beschaffen, daß z. B. ein Forschungsreisender an seinen Schuhsohlen sie unbeabsichtigterweise von einem Erdteil zum anderen überführen kann, und so trifft man die häufigeren Arten wohl vielfach auf der ganzen Erde an geeigneten Orten. In ihren Lebensbedingungen anspruchsvollere Arten finden aber geeignete Orte längst nicht überall, und außerdem gibt es so manche seltenere Art von beschränktem Vorkommen, und selbst ungleiche Häufigkeit einiger Arten innerhalb ein und desselben Landes glaubt man zu verspüren.

Die Erforschungsgeschichte der Protozoenwelt ist höchst lehrreich. Sie konnte überhaupt erst mit der Erfindung und Vervollkommnung der Mikroskope beginnen und vorwärts schreiten. Wenn aber noch heute oft von den Infusorien, d. h. auf Deutsch den Aufgußtierchen, gesprochen wird, so müssen wir wenigstens einige Mitteilungen und Erklärungen über dieses vielfach mißverstandene Wort und die zahllosen darauf bezüglichen Versuche geben. Eine vollständige Geschichte dieser Versuche bis 1838 findet man in Ehrenbergs

großem Werke „Die Infusionstierchen als vollkommene Organismen. Ein Blick in das tiefere organische Leben der Natur“ (1838). Früher hatte der Name „Infusionstierchen“ eine umfassendere Bedeutung als heute, wo man ihn meist nur den Wimpertieren oder diesen und den Geißeltieren zukommen läßt: alle einzelligen Lebewesen, darunter auch viele, die heute unumstritten ins Pflanzenreich gerechnet werden, aber auch manche vielzelligen Tiere, z. B. Rädertierchen, kurzum alles, was das Mikroskop dem staunenden Forscherauge zeigte, wurde ehedem, und so auch in Ehrenbergs Werk, „Infusionstierchen“ genannt.

1675 ist für die Chronik der Biologie das bedeutungsvolle Jahr, in dem der berühmte Leeuwenhoeck, einer der ersten Verfertiger von Mikroskopen, entdeckte, daß ein Tropfen Regenwasser von Lebewesen wimmeln kann. Er untersuchte alles, was ihm vorkam, mit seinen Mikroskopen und experimentierte auf die mannigfachste Weise; so hatte er auch einmal gestoßenen Pfeffer in ein Reagensglas mit Regenwasser getan und war erstaunt, nach einiger Zeit das Gefäß von belebten Geschöpfen wimmeln zu finden, die jenen aus dem Regenwassertropfen zu gleichen schienen. Solches Ergebnis brachte die erste, zu einem wissenschaftlichen Zwecke angestellte *Infusion*; die darin gefundenen Organismen wurden jedoch erst 100 Jahre später von Ledermüller und Wrisberg als *Infusionstierchen* bezeichnet. Noch heute macht man in den wissenschaftlichen Laboratorien zahlreiche Aufgüsse, um Protozoen zu gewinnen oder in Menge zu züchten, und namentlich das Pantoffeltierchen (Paramaecium) gedeiht in einem Aufguß auf Heu außerordentlich gut, weshalb es denn auch zum Haustier der Mikrobiologen geworden ist, wie der Frosch zum Haustier der Physiologen.

Nachdem Leeuwenhoeck seine Beobachtungen bekanntgemacht hatte, wurde es fast eine Modesache, mit Aufgüssen oder Infusionen Versuche anzustellen. Es kostete so wenig Mühe. Jeder glaubte sich auf sein Auge und sein schlechtes Mikroskop verlassen zu können, und so förderte man ohne Urteil mitunter die wunderbarsten Dinge aus den Aufgüssen zutage, so nahm man überhaupt alle erdenklichen Flüssigkeiten, Fleischbrühe, Milch, Blut, Speichel, Essig, um damit die verschiedenartigsten lieblichen und unlieblichen Substanzen aus allen Reichen der Natur zu übergießen und sich und gute Freunde an dem Erscheinen des Gewimmels zu ergötzen.

Im allgemeinen machte man dabei folgende Wahrnehmungen: war das den Aufguß enthaltende Gefäß unbedeckt und der Luft frei ausgesetzt, so war es immer nach kürzerer oder längerer Zeit angefüllt mit Millionen lebender Wesen, die man jedoch nach den Leistungen der damaligen optischen Instrumente nur höchst unvollkommen zu erkennen vermochte. Sparsamer entfaltete sich das Leben dieser kleinen Welt, wenn das Gefäß leicht, auch nur mit einem Schleier, bedeckt war. Nur in seltenen, oft zweifelhaften Fällen aber berichten die unermüdlichen Forscher, daß in der luftdicht verschlossenen Flasche sich ein Leben entwickelt habe; und noch zweifelhafter erschien dies, wenn das Wasser vorher abgekocht oder destilliert oder nach der Einfüllung zum Sieden gebracht war. Ferner bemerkte man, daß sich bald auf der frei stehenden Infusion, wie überhaupt auf freien, vom Winde nicht bewegten Gewässern ein Häutchen bildet, das, so unschuldig es auch ist, zu den sonderbarsten Vermutungen Anlaß gab.

Woher kamen jene Lebensformen? Hören wir darüber einige der damaligen und der neueren Naturforscher. Ihre Ansichten beruhen, wie gesagt, meist auf mangelhaften Beobachtungen und auf Instrumenten, welche die so verschieden gestalteten und beschaffenen Organismen als ziemlich gleichmäßige und nicht näher bestimmbare Körperchen erscheinen ließen. Leeuwenhoeck selbst tritt überall der Annahme einer *Urzeugung* entgegen und

eifert heftig gegen deren Anhänger, namentlich gegen den bekannten Jesuiten und Polyhistor Athanasius Kircher. „So wenig wie ein Elefant aus Staub hervorgehen kann“, sagt er, „ebensowenig können Milben ohne Fortpflanzung entstehen.“ Auch die Ansicht, daß Eingeweidewürmer im Inneren des Menschen von selbst entstünden, verwirft er. Ganz ähnlich sind nun auch seine Ansichten über die Entstehung der Infusorien. Er nimmt an, daß ihre Keime nach dem Verdunsten des Wassers in die Atmosphäre geraten und von dieser abermals ins Wasser, in dem sie sich entwickeln. Der alte Leeuwenhoeck war ein vorurteilsfreier Geist, der sich an Tatsachen hielt, und wenn er auch, wie seine Zeitgenossen ihm vorwarfen, kein zünftiger Gelehrter war, so war er doch ein viel größerer Zoolog als sie alle zusammen. Einen ganz anderen Standpunkt nahm z. B. Buffon ein. Seine so glänzend und beredt vorgetragenen Lehren sind nur verständlich im Zusammenhange mit seiner allgemeinen Theorie über das Wesen der Naturkörper; es ist um so wichtiger, einiges daraus kennenzulernen, als die entwickelungsgeschichtliche Ära der Wissenschaft in einigen Punkten sich ihnen zeitweilig näherte. Er war überzeugt, daß es eine ununterbrochene Reihe von den vollkommensten zu den unvollkommensten Wesen gebe. Wenn wir folgenden Ausspruch nehmen: „Ich vermute, daß man bei genauer Betrachtung der Natur Mittelwesen entdecken würde, organisierte Körper, die, ohne z. B. die Kraft zu haben, sich fortzupflanzen, wie die Tiere und Pflanzen, doch eine Art von Leben und Bewegung hätten; andere Wesen, die, ohne Tiere und Pflanzen zu sein, doch zur Zusammensetzung beider etwas beitragen könnten; und endlich noch andere Wesen, die nur die erste Ansammlung der organischen kleinsten Formbestandteilchen (molécules organiques) wären“, so kommen wir zu seinen Ansichten über das Leben, das er in den Infusionen fand. Wenn nämlich in den Aufgüssen auf Fleisch, Gallerte von Kalbsbraten, Pflanzensamen und dergleichen sich bald lebende Körperchen zeigten, so meinte er, daß es eben die belebten kleinen Teilchen wären, aus denen Fleisch und Pflanzenstoff zusammengesetzt seien. Auch die Ansichten anderer berühmter Naturforscher jener Zeit sind den Buffonschen verwandt. Wrisberg in Göttingen wäre zu nennen, und auch der sonst so nüchterne dänische Zoolog O. Fr. Müller betrat das gefährliche Feld gewagter Vermutungen, wo die Beobachtungen aufhörten, und war der Ansicht, daß Pflanzen und Tiere sich in mikroskopisch kleine lebende Bläschen auflösten, verschieden an Stoff und Bau von den wahren Infusorien, und daß aus diesen lebendigen Bläschen alles höhere Leben sich wieder gestalte. Der bedeutende Fortschritt Müllers liegt darin, daß Buffon das Vorhandensein einer eigentlichen Tierklasse der Infusorien gar nicht erkannt hatte, während Müller die wahren Tiere wohl unterschied von den zu seiner Theorie des organischen Lebens gehörigen Urbläschen.

Von den älteren Forschern, die mit Buffons geistreichen Phantasien sich nicht befreundeten, verdient vor allen der berühmte Spallanzani genannt zu werden. Er trat 1768 wissenschaftlich kraftvoll dagegen auf, daß aus den zur Infusion verwendeten Stoffen selbst, seien es nun organische oder unorganische, die lebenden Wesen sich elternlos entwickeln sollten. Als entschiedener Gegner dieser Urzeugung, der sogenannten Generatio spontanea oder aequivoca, behauptete er, daß Tier- und Pflanzenkeime d u r c h d i e L u f t, die man von den Gefäßen wohl nie völlig absperren könne, in die Infusion eingeführt würden; und wenn auch die Entwickelung der von den schon bestehenden Arten der Infusionstierchen herrührenden Keime mitunter durch die in den Aufgüssen enthaltenen Tier- und Pflanzenstoffe begünstigt würde, seien diese doch durchaus nicht unumgänglich nötig, wie das auch in reinem Wasser sich mit der Zeit zeigende reiche Leben beweise.

Wir wollen nicht die Fortschritte ins einzelne verfolgen, welche die Infusorienkenntnis bis dahin erfuhr, als Christian Gottfried Ehrenberg in diesen noch so dunkeln und rätselvollen Teil der Naturgeschichte Licht brachte. „Ich gewann", sagt er, „schon im Jahre 1819 den direkten, bisher nicht vorhandenen Beweis des Keimens der einzelnen Pilz- und Schimmelsamen." Um über die Infusionstiere zu einer ähnlichen Gewißheit wie über die Schimmel- und Pilzbildungen zu gelangen, stellte er lange Reihen von Versuchen an. Das Ergebnis faßt er so zusammen: „Gewiß niemand von allen bisherigen Beobachtern hat je durch Aufgüsse ein einziges Infusorium gemacht oder geschaffen, weil allen, welche dergleichen erforscht zu haben meinten, die Organisation dieser Körperchen völlig entgangen war, sie mithin nie mit derjenigen Genauigkeit beobachteten, welche nötig erscheint, um einen so wichtigen Schluß zu ziehen; weil ferner bei einer mit Benutzung der besten jetzigen Hilfsmittel vorgenommenen und durch über 700 Arten durchgeführten Untersuchung mir selbst nie ein einziger Fall vorgekommen ist, welcher zu überzeugen vermocht hätte, daß bei Infusionen, künstlichen oder natürlichen, eine Entstehung von Organismen aus den infundierten Substanzen stattfände, vielmehr in allen am speziellsten beobachteten Fällen eine Vermehrung durch Eier, Teilung oder Knospen in die Augen fiel." Ehrenberg zeigte, daß die am schnellsten und häufigsten in den Aufgüssen erscheinenden Tiere fast immer denselben höchst gemeinen Arten angehören, die über die ganze Erde als Kosmopoliten sich verbreitet finden. Die meisten, schönsten und größten Infusorien können in fauligem Wasser überhaupt gar nicht bestehen und kommen daher nie in den Infusionen zum Vorschein.

Durch die Beobachtungen Spallanzanis und Ehrenbergs ist die Annahme, daß Infusorien durch Urzeugung aus anorganischer Materie entstehen könnten, ganz gewiß endgültig erledigt. Dennoch hat Ehrenberg in manchen Punkten heftige Angriffe erfahren. Und zweifellos war dieser unermüdliche Forscher im Unrecht, wenn er allen Infusionstierchen komplizierte Organsysteme, wie das Verdauungssystem, das Nervensystem, das Fortpflanzungssystem, kurzum, wenn er ihnen die Organisationsprinzipien der vielzelligen Tiere zuschreiben wollte, ein Irrtum, zu dem er dadurch kommen konnte, daß er die verschiedenen Klassen von mikroskopisch sichtbaren Tieren, insbesondere Protozoen und Rädertieren (Rotatorien), noch nicht genügend zu unterscheiden verstand. Hierin wurde erst durch Dujardin, Stein und zahlreiche spätere Forscher, Max Schultze und andere, größere Klarheit geschaffen, die sich der im Jahre 1838, gleichzeitig mit dem Erscheinen des Ehrenbergschen großen Werkes, durch den genialen Botaniker Matthias Schleiden begründeten Zellenlehre anschlossen und damit erst zu der Einsicht vom einzelligen Bau der Protozoen und zu unseren heutigen, oben dargelegten Vorstellungen von ihrer Organisation kommen konnten.

Wie sich die Protozoen in der Erdgeschichte entwickelt haben mögen, darüber wissen wir leider wenig Positives. Hier wie fast überall im Tierreiche sind uns nur Formen mit Hartgebilden aus der Vorzeit überliefert, und zwar treffen wir dank ihrer Kieselskelette schon in der ältesten versteinerungsführenden Schicht, im Präkambrium, Radiolarien, insbesondere Spumellarien und Nassellarien, und zwar äußerst komplizierte Formen, und mindestens vom Silur ab viele Gattungen, die noch heute in den Meeren leben. Es kann also keine Rede davon sein, daß diese ältesten bekannten Protozoenfossilien irgendwie primitiver als ihre heute lebenden Verwandten wären, wenn auch die Formen sich im Laufe der Zeit etwas geändert haben und beispielsweise in der Stufe vom Präkambrium zum Kambrium eine auffällige Größenzunahme bemerkt wird. So weit wir rückwärts blicken können, hat

es diese Formen schon gegeben. Ein ähnliches Verhältnis, nur bei noch größerer Formenmannigfaltigkeit, besteht bei den kalkschaligen Foraminiferen: wir kennen solche schon aus dem untersten Kambrium und fortan aus allen Schichten. Gebirgsbildend treten sie in der Kreideformation auf — ist doch die Schreibkreide erfüllt von Resten von Textularien, Rotalien und Globigerinen —, ferner im Tertiär, wo namentlich im Eozän die münzenförmigen, oft sehr großen Nummuliten mächtige, heute in den Hochgebirgen liegende Schichten bildeten. An der Zusammensetzung der Kreide nehmen auch die zu den Flagellaten gehörigen, mit Kalkkörperchen ausgerüsteten, winzigen Coccolithophoridae teil, die wiederum schon vom Kambrium oder mindestens Silur ab bekannt sind und ihre schichtenbauende Tätigkeit heute noch fortsetzen; denn nach allgemeiner Annahme besteht der „rote Ton" am Grunde der Tiefsee hauptsächlich aus Resten abgestorbener oder gefressener Kokkolithophoriden, deren ständiger Regen den Meeresgrund, wie Lohmann berechnet, in 250 Jahren um einen Millimeter, wenn nicht um mehr, erhöhen mag.

Ehe wir unseren Blick von der Gesamtheit der Protozoen fortwenden und uns in die Einzelheiten dieser ungemein vielgestaltigen Welt des Kleinen vertiefen, wollen wir noch eine gefährliche und schwierige Frage aufwerfen: Wie steht es mit dem Seelenleben der Protozoen?

Es ist wohl begreiflich, daß eine Zeitlang bei den Forschern kein Zweifel an dem Vorhandensein eines seelischen Lebens in den kleinen Tieren, über deren Tiernatur man eben zur Gewißheit gekommen war, bestand und man unbedenklich selbst Regungen des menschlichen Seelenlebens ihnen zuschrieb. In manchem Falle mag das berechtigte Entzücken, das man beim Studium der mikroskopischen Wesen immer wieder aufs neue empfindet, zu derartigen Vermutungen beigetragen haben, die dann selbst in den streng wissenschaftlichen Schriften der nüchternen Forscher hier und da auftauchten. So meinte W. Kühne (1859), die Vortizellenglocke stelle „eine Art von Kopf vor, von welchem allein der Wille ausgeht", da der Stiel des Glockentierchens nach Ablösung der Glocke nicht mehr zu zucken vermag. Will man noch gelten lassen, daß in diesem Falle vom „Willen" eines Protozoon mehr oder weniger als Gleichnis gesprochen werde, so ist es jedenfalls noch problematischer, wenn derselbe Forscher in seiner an höchst wichtigen Experimenten überaus ertragreichen Arbeit auch schreibt, „daß die Glockentierchen durch Kontraktionen des Stiels stets ihr Unbehagen ausdrücken, wenn ihnen etwas in die Quere kommt". Geradezu den Beweis für ein seelisches Vermögen der Infusorien wollte aber der vor wenigen Jahren verstorbene, auch im Gebiet der Infusorienkunde sehr verdiente Physiologe W. Engelmann erbringen. Er beobachtete die Ablösung von Vortizellinenknospen, und wie diese die auf dem Bäumchen zurückgebliebenen Individuen aufsuchten oder auffanden, um sich mit ihnen zu paaren. „. . . Eine frei schwärmende Knospe z. B. kreuzte die Bahn einer mit großer Geschwindigkeit durch die Tropfen jagenden großen Vortizelle, die auf die gewöhnliche Weise ihren Stiel verlassen hatte. Im Augenblicke der Begegnung (Berührung fand inzwischen durchaus nicht statt) änderte die Knospe plötzlich ihre Richtung und folgte der Vortizelle mit sehr großer Geschwindigkeit. Es entwickelte sich eine förmliche Jagd, die etwa 5 Sekunden dauerte. Die Knospe blieb während dieser Zeit nur etwa $^1/_{15}$ mm hinter der Vortizelle, holte sie jedoch nicht ein, sondern verlor sie, als dieselbe eine plötzliche Seitenschwenkung machte. Hierauf setzte die Knospe mit der anfänglichen, geringeren Geschwindigkeit ihren eignen Weg fort. Diese Vorgänge sind darum merkwürdig, weil sie eine feine und schnelle Perzeption

(Wahrnehmung), rasche und sichere Willensentscheidung und freie abstufbare motorische Innervation (sit venia verbo) verraten." Engelmann war also geneigt, in den Vortizellen ein hoch entwickeltes Seelenvermögen zu finden, indem er ihnen nicht nur Empfindung, sondern auch Wahrnehmung, bewußten Willen und rasche Ausführung des auf einen bestimmten Gegenstand gerichteten Willens zuschreibt. Es würde leicht sein, auch bei anderen Infusorien ähnliches Handeln zu beobachten. „Was unsere Vortizelle betrifft", bemerkte hierzu jedoch schon O. Schmidt, „so liegt, scheint mir, für die von Engelmann geschilderte Jagd eine weit einfachere Erklärung vor: das vorausstürmende Tier erregt einen Strudel, in dessen Bahn das hineingeratene zweite ganz unwillkürlich gezogen wird."

Diejenigen Probleme, deren Erörterung für die Seelenfrage bei Einzellern allenfalls in Betracht käme, liegen in der Tat etwas tiefer. Dem sorgfältigen Beobachter des Protozoenlebens begegnen manche Erscheinungen, die ihn beim ersten Anblick wohl in der Annahme bestärken, daß seelisches Leben den Einzellern innewohnen möge. Prüft man aber das Beobachtete genauer, und legt man den Maßstab schärfster Kritik auch an die eigenen Schlußfolgerungen, so erkennt man in allen Fällen mit Gewißheit, daß man nicht weiter kommt als bis zur genauen Beschreibung des Gesehenen, während alle darüber hinausgehenden Erwägungen über unsichtbares Seelisches völlig in der Luft schweben. Manchmal ist es nur etwas schwierig, die Beschreibung frei zu halten von Ausdrücken aus dem menschlichen Seelenleben, und in nicht wenigen Fällen beruht der Irrtum, man sei zur Annahme bestimmter seelischer Funktionen gezwungen, nur in derartigen, für den Kundigen stets recht offen zutage liegenden leichten sprachlichen Verwirrungen.

Ein lehrreiches Beispiel liefert schon das Fressen der Amöbe. Wie bereits erwähnt, besteht es darin, daß vom Amöbenleibe eine protoplasmatische Masse, ein „Scheinfüßchen", vorfließt und das zu fressende Objekt umhüllt. Hier sowie beim Fressen aller anderen Protozoen mag man zunächst vielleicht annehmen, daß das Tier beim Aufnehmen der Nahrung ein gewisses Behagen empfinde, daß es unter Lustgefühlen seinen Hunger stillt. Der Freßvorgang der Amöbe läßt sich aber durch lehrreiche Experimente nachahmen, z. B. in folgender Weise. Man bringt einen Quecksilbertropfen in stark verdünnte Schwefelsäure und legt nun in diese Flüssigkeit neben ihn einen kleinen Kristall von Kaliumbichromat. Dann wölbt sich der Quecksilbertropfen gegen den Kristall vor, fließt auf ihn hin und umfließt, man möchte sagen „gierig", seine „Beute". Und das geht nicht immer so ganz glatt vonstatten, sondern oft macht das Quecksilber mehrmalige „Versuche", den Kristall zu umfließen und muß ihn wieder loslassen, immer aufs neue wirft es sich auf ihn, bis es ihn schließlich „unter Anstrengungen" sich einverleibt. Wer das sieht, ist in der Regel von dem Schauspiel im höchsten Grade ergriffen wie von einer aufregenden Szene aus dem Daseinskampf der wirklichen Lebewesen; zugleich aber hat er sich davon überzeugt, daß solch ein Vorgang „rein mechanisch", „rein physikalisch" „rein physikochemisch" oder wie man es nennen wolle, jedenfalls völlig seelenlos ablaufen **kann**. Ja man sieht sogar, wie von dem Kristall die gleich ihm gelb gefärbte Salzmasse in die Umgebung hinein sich ausbreitet, und wie erst bei ihrem Herannahen an den Quecksilbertropfen dieser seine Bewegungen beginnt, so daß man nicht zweifelt, daß in der sich ausbreitenden Salzlösung die Ursache für die Bewegungen des Quecksilbers liegt. Die Theorie der Oberflächenspannungs- oder Kapillaritätserscheinungen läßt denn auch keinen Zweifel darüber, daß der Quecksilbertropfen sich vorwölben **muß** an der Stelle, wo seine vorher überall gleichmäßige und daher zur kugeligen Abrundung führende Oberflächenspannung durch die Salzlösung vermindert wird. In gleicher Weise stellt man

sich, augenscheinlich mit Recht, das Fressen der Amöbe vor: vom Nährkörper dringen gelöste Stoffe in die Umgebung und wirken auf die Amöbe in der Weise ein, daß ihr Plasma sich ihm nähert und ihn umfließt. Dazu bedarf es keiner Seele, und kein Wahlvermögen gehört für sie dazu, den einen Stoff „gern" zu fressen, den anderen „unbekümmert" liegen zu lassen: ist es doch ganz natürlich, daß nicht alle Körper in gleicher Weise auf das Amöbenplasma wirken können; sondern von manchen, insbesondere den meisten mineralischen, löst sich überhaupt nichts in der Umgebung, andere lösen sich wohl, sind aber zum Teil solche Substanzen, die die Oberflächenspannung des Amöbentröpfchens nicht zu vermindern vermöchten; nur wenige haben diesen Erfolg, und diese werden gefressen.

Läuft schon der Versuch mit dem Quecksilbertropfen nicht immer mit schematischer Gleichmäßigkeit ab, so wird man dies noch weniger von der viel komplizierter beschaffenen lebenden Amöbe erwarten. Am genauesten hat bisher H. S. Jennings in Baltimore derartige Verschiedenheiten im Verhalten der fressenden Amöbe beobachtet. Dieser Forscher beschreibt z. B., wie er einmal eine Amöbe in zwei Teile zu zerschneiden versucht hatte, und wie dann das noch durch einen dünnen Strang mit ihr verbundene, also nicht ganz abgetrennte Stück von einer anderen Amöbe erjagt und gefressen wurde, schließlich aber doch wieder entwich. Ein anderes Mal sah Jennings, wie eine Amöbe gegen eine kugelige Euglenenzyste prallte und der davonrollenden Kugel nachkroch; nach Erreichung der Beute rollte diese wiederum davon usw.; bald ein langes, dünnes, bald zwei kürzere Pseudopodien streckte die Amöbe vor, und so ging die Jagd eine Zeitlang unter wechselreichen Gestaltveränderungen der Amöbe weiter, bis schließlich das Beutestück von einem Wimperinfusor weggehascht wurde. An solchen und ähnlichen Beobachtungen zeigt Jennings, daß das Verhalten der Amöben weit entfernt von schematischer Einfachheit und nicht zweimal ein und dasselbe ist, und in diesem Zusammenhange sagt er auch, er sei „völlig überzeugt, daß, wenn die Amöbe ein großes Tier wäre, so daß sie dem Menschen in den Bereich seiner alltäglichen Beobachtung käme, daß dann ihr Verhalten uns sofort veranlassen würde, dem Tiere die Zustände von Lust und Schmerz, von Hunger und Begehren und dergleichen zuzuschreiben aus genau denselben Gründen, aus denen wir diese Dinge dem Hunde zuschreiben". Doch soll damit nicht im mindesten gesagt sein, daß diese seelischen Funktionen bei der Amöbe bewiesen wären, sondern ausdrücklich fügt Jennings hinzu: „Derartige Eindrücke und Annahmen sind indessen noch nicht beweisend für die Existenz von Bewußtsein bei den niederen Organismen."

Man sieht, der kritische Forscher nimmt es nicht mehr auf sich, von „Zellseelen" zu sprechen, was ehedem manche Biologen unbedenklich taten. Unser tatsächliches Wissen bleibt im Bereich des sinnlich Wahrnehmbaren, und bestenfalls darf man sagen, das Tier reagiert, „als ob" es Bewußtsein, Willen usw. besäße. Freilich sind wir auch gegenüber Organismen mit reich entwickeltem Nervensystem nicht besser gestellt; selbst unseren Mitmenschen können wir nicht ins Innere schauen; wir sehen nur, was sie tun, wir hören, was sie sagen. Wenn wir daraufhin nicht bezweifeln, daß sie zu empfinden und zu denken vermögen wie wir selber, wäre dann nicht auch die gleiche Schlußfolgerung bei der Amöbe statthaft? Doch nicht, denn zwischen Mensch und Amöbe bestehen nun einmal in den Lebensäußerungen viel größere Unterschiede als zwischen Mensch und Mensch, die Amöbe gleicht hierin sogar in hohem Grade, wie wir sahen, anorganischen Systemen, denen wir Seelisches mit Bestimmtheit absprechen. Darum eben ist die Amöbe ein so ausgezeichnetes Beispiel, um zu zeigen, daß scheinbar beseeltes Verhalten dem ersten Anschein zum Trotz doch ohne Mitwirkung

eines „psychischen Faktors" zustande kommen kann, darum eben eignet sie sich so ganz besonders dazu, diese Beweisführung zu beginnen, die man dann durch die ganze übliche Tierreihe fortsetzen kann, bis man beim Menschen anlangt und auch hier zu der Erkenntnis kommt: die Mitwirkung, das Eingreifen eines psychischen Faktors, einer „psychischen Energie", wie Ostwald sagt, ist nicht erwiesen, die „psychophysische Kausalität" ist nur eine Hypothese, die der Annahme des „psychophysischen Parallelismus", des bloßen „Nebenherlaufens" psychischer Vorgänge neben den in sich geschlossenen physischen oder physiologischen, mit gleicher Berechtigung zur Seite steht.

Doch das sind Fragen, die wir hier nicht näher zu erörtern haben. Bleiben wir bei den Protozoen. Nicht in allen Fällen pflegt der Forscher die äußerste sprachliche Vorsicht im Beschreiben ihrer Lebensäußerungen zu beachten. Man sagt ohne Skrupel, auch das einzellige Tier „empfindet", man schreibt ihm „Sinne" zu, z. B. den Lichtsinn, chemischen Sinn usw. Solche Ausdrücke erlaubt man sich, weil jeder weiß, wie sie gemeint sind. Tatsache ist, daß eine Amöbe bei plötzlicher Belichtung ebenso wie bei Erschütterung sich zusammenkugelt, daß Trompetentierchen oftmals „positiv phototaktisch" sind, d. h. dem hellen Lichte zuschwimmen, ebenso viele Schwärmsporen oder Euglena, ferner daß sich die meisten Formen stets in eine ganz bestimmte Richtung zum elektrischen Strom stellen, daß chemische Einwirkungen je nach Lage des Falles Annäherung oder Abkehr hervorrufen usw. Nimmt man's einmal ganz genau, so sagt man statt „empfinden" mit Beer, Bethe und v. Üxküll nur „rezipieren", um mit aller Schärfe anzudeuten, daß man nichts Seelisches behaupten will. Im Grunde aber begeht man durch Beibehaltung des deutschen Wortes statt des Fremdwortes keinen größeren Fehler, als wenn man von der „lichtempfindlichen" photographischen Platte spricht; die Abkugelung der Amöbe auf Lichtreiz z. B. mag auf chemischer Einwirkung des Lichtes und darauf folgender vergrößerter Oberflächenspannung bestehen; jedenfalls kann weder in allen jenen Reaktionsweisen der Einzeller noch im Vorhandensein der sogenannten „Sinnesorganellen" bei ihnen der Beweis von irgend etwas Seelischem gefunden werden. Auch die interessanten „Sinnesorgane" der Pflanzen sind nicht, wie vereinzelte Schriftsteller es wollen, Beweise für seelisches Empfinden; für diejenigen, die so folgern wollen, könnte man nur bedauern, daß jene zur Aufnahme von „Reizen", d. h. von Einwirkungen der Außenwelt, besonders geeigneten Organe oder Stellen im lebenden Körper den bündigen deutschen Namen bekommen haben.

Noch eine Ausdrucksweise spielt in der gegenwärtigen Kleintierbiologie eine erhebliche Rolle und ist den Forschern, die sie anwendeten, mitunter von anderen verübelt worden: der von Lloyd Morgan geprägte, auch von Jennings oft gebrauchte Ausdruck „Versuch und Irrtum". Durch Versuch und Irrtum reagiert die Amöbe, wenn sie mit dem Anschein des Ziellosen ihre Scheinfüßchen abwechselnd nach allen Richtungen ausstreckt, und erst dann kommt in ihre Bewegungen eine bestimmte Richtung, sobald sie einen Nahrungskörper findet, dem sie nachjagt, oder in einem anderen Falle einen festen Körper, an dem sie entlang kriecht. Vorher hat sie „versucht", und jeder Versuch war ein „Irrtum". „Versuch und Irrtum" ist das Grundprinzip der in Spirallinie erfolgenden Bewegung zahlreicher Wimper- und Geißelinfusorien wie auch Rädertierchen: statt einfach geradeaus zu schwimmen, machen sie damit andauernd „Versuche", ob sich die Bewegungsrichtung verbessern lasse, ob vielleicht durch Abweichung von der bisherigen Hauptrichtung eine bessere Stellung zum Lichteinfall eingenommen oder eine verlockendere Wassertemperatur gefunden werden könne und dergleichen mehr. Bleibt alles beim alten, so bleibt auch die Bewegung im ganzen geradeaus

gerichtet; tritt aber etwa ein Hindernis ein, so wird sogleich der Kreis der Schwingungen vergrößert, der Bereich der „Versuche“ erweitert. Mit alledem soll aber, wie jedem Einsichtigen klar ist, nichts anderes gesagt sein, als daß diese Wesen wie auch zahlreiche andere zu einer „Überproduktion von Gelegenheiten“, wie zur Strassen es nennt, befähigt sind, eine, wenn man will, zweckmäßige Eigenschaft der verschwenderischen Natur, in eine Reihe zu stellen mit der allüberall üppigen Überproduktion von Nachkommenschaft: denn auch unzählige von den ausgestreuten Samen einer Pflanze sind „Versuche“, die sich als „Irrtum“ erweisen.

Man sieht immer wieder, Seelisches kann die kritische Naturforschung unseren Einzellern nicht nachsagen, und sie hat das auch in den Fällen nicht tun wollen, wo sie, was schwerlich ganz zu umgehen ist, Ausdrücke aus der menschlichen Seelenkunde verwendete und damit wohl in dem einen oder anderen unkritischen Kopfe Verwirrung hervorrief. Zugleich aber sieht man auch wohl, daß es in den Verhaltungsweisen gegenüber äußeren Einwirkungen oder Reizen selbst bei den Einzellern mancherlei recht Verwickeltes gibt, und obschon wir solches im vorstehenden meist nur eilig streifen konnten, wird es doch an der Zeit sein, einige besonders interessante derartige Fälle noch genauer zu besprechen.

Das Komplizierteste können wir vorwegnehmen, ja wir haben es schon erwähnt: wir sagten, daß die Amöbe nicht ein einziges Mal genau ebenso wie ein anderes Mal handelt, und wie bei ihr, so kann man auch bei anderen Wesen oftmals nicht voraussehen, was sie unter genau bekannten äußeren Bedingungen tun werden: es spielen eben auch die inneren Bedingungen des Organismus mit, oder, wie man wohl sagt, dieser unterliegt „Stimmungen“. Dabei wird natürlich wiederum durchaus nicht an das etwaige seelische Leben gedacht, wohl aber in Erwägung gezogen, daß je nach vorangegangenen Erlebnissen, je nach dem Fütterungszustande, den vorangegangenen Erschütterungen und sonstigen Reizen der Organismus veränderte Zustände haben und verschiedene Reaktionen vollführen kann. Nur in verhältnismäßig einfachen Fällen können wir den uns dann schon immerhin kompliziert erscheinenden Ablauf der verschiedenen Reaktionsweisen, die Schritt für Schritt bemerkbare „Stimmbarkeit“, erfahrungsmäßig feststellen und für die Zukunft als Regel festlegen.

Ein ausgezeichnetes Beispiel dafür, auf das uns Jennings aufmerksam gemacht hat, bietet das Trompetentierchen, Stentor roeseli. Nehmen wir einmal an, solch eine lebende Trompete sitze, am Fußende — das wäre das Mundstück der Trompete — in ihrem Schleimhäuschen befestigt, in „behaglichster Ruhe“ an einer Wasserpflanze und lasse am freien Ende die Wimper ständig zum Zwecke der Nahrungszuspülung rotieren, wie es diese Tiere ebenso wie die Glockentierchen tun, wenn nichts sie stört. Jetzt streut der Beobachter Karminkörnchen ins Wasser, die auf den Trompetenmund fallen. Was tut die Trompete? Zuerst nichts. Setzt man aber die Reizung durch Karminkörnchen fort, so erfolgt zu zweit eine energische Wegkrümmung des Stentor für kurze Zeit. Hilft ihm auch das nicht, hagelt es weiter Karminkörnchen, so kehrt er zu dritt plötzlich den Flimmerschlag um, als ob er sich gewaltig schneuzen wollte. Aber auch diese Reaktion, die sonst oftmals seine Mündungsfläche von unerwünschten Fremdkörpern befreien mag, hilft ihm in diesem Falle nicht, der Beobachter überschüttet unseren Stentor immer aufs neue mit Karmin. Jetzt antwortet das Trompetentierchen zu viert mit mehrmaligen Zusammenziehungen seines ganzen Körpers; zu fünft bemerkt man, daß die Kontraktionen noch kräftiger werden und länger andauern. Endlich wird's dem Trompetentierchen zu dumm, es löst sich — sechstens — aus seiner Schleimröhre und schwimmt davon. „Schlau!“ sagt vielleicht der Beobachter im Scherz, „der Stentor hat unsere Arglist gemerkt.“ Ja, der Stentor ist sogar noch „schlauer“. Angenommen, wir

haben das Infusor nicht so lange gereizt, bis es davonschwimmt, sondern nur bis zu den mehrmaligen starken Zusammenziehungen; hierauf gönnen wir ihm eine Weile Ruhe, und dann erst überschütten wir es aufs neue mit Karminpulver, so werden wir feststellen, daß es nicht mehr die lange Reihe von vergeblichen Abwehrversuchen wiederholt, „es kennt die Sache schon“ und antwortet sofort mit heftiger Kontraktion, als habe es etwas gelernt. Es gibt nun Forscher, die tatsächlich diese Beobachtungen in etwas ausgiebigerem Maße „psychologisch“ verwerten und deuten wollen. Solange sie sich dabei bewußt sind, daß sie auf hypothetisches Gebiet übertreten, läßt sich nichts Entscheidendes dafür oder dawider sagen. Sobald sie aber von Beweisen sprechen wollten, müßte man ihnen entgegenhalten, daß nur physiologische Zustandsänderungen bewiesen sind, ohne die es nun einmal, mag man über das Seelische denken, wie man wolle, nicht abgeht. Der Stentor, der eine Zeitlang gereizt worden ist, ohne reagiert zu haben, ist eben in gewissem Sinne nicht mehr derselbe wie vorher, irgend etwas in seinem Chemismus und Mechanismus hat sich geändert, irgendwelche Spannungen sind erhöht, Hemmungen gelockert worden, und darum kann und muß zu zweit ein anderes Verhalten eintreten als zu erst, ebenso zu dritt und so fort; der Stentor, der sich vor einem Weilchen stark zusammengezogen hatte, ist noch in demjenigen Zustande, in dem diese Reaktion leicht eintritt, und deshalb überspringt er bei Erneuerung des Reizversuches die ersten Stadien: all das beruht auf seinen ihm und allen seinen Artgenossen angeborenen Eigentümlichkeiten, die vergleichbar sind den mehrfachen Sicherungen einer Maschine, bei der z. B. bei geringerer Dampfspannung ein schwächeres, bei höherer ein stärkeres Ventil selbsttätig in Wirksamkeit tritt. Beweise für sein Seelenleben und Andeutungen über dessen Art sind aus diesen gleichwohl sehr interessanten Lebensäußerungen nicht zu entnehmen. Man mag vom „Lernvermögen“ sprechen, muß dieses dann aber so auffassen, wie es der Physiologe, nicht wie es der Psychologe tut.

Wir wollen nun noch einen ausgezeichneten Fall von „Lernvermögen“ besprechen, den zwei amerikanische Forscher, Day und Bently, beim Pantoffeltierchen, Paramaecium, feststellten. Die genannten Beobachter sperrten ein einzelnes Pantoffeltierchen in ein gläsernes Kapillarröhrchen, das weniger weit war als das Versuchstierchen lang. Daher mußte das Paramäzium, sobald es bei seinen Bewegungen an das Ende des Röhrchens gelangte, eine starke Körperkrümmung ausführen, wenn es umkehren und sich weiter bewegen wollte. Dies gelang ihm begreiflicherweise nicht gleich zu Anfang, sondern es waren zunächst eine ganze Anzahl von Umkrümmungsversuchen nötig, bis eine Umkrümmung hinreichend stark war, um dem Tierchen die Umkehr zu ermöglichen. Schon bei der zweiten Umkehr machte das Tierchen bedeutend weniger vergebliche Versuche und von der fünfzehnten Umkehr ab stets nur noch sehr wenige oder gar keine; mit anderen Worten: das Umkehren gelang dann sofort, das Pantoffeltierchen hatte die hinreichend starke Umkrümmung schon in wenigen Minuten „gelernt“. Es mag nun sein, daß zwischen diesem Lernvorgang und dem Lernen bei einem Menschenkinde nur ein gradueller Unterschied besteht, anderseits aber wird man sich der Annahme wohl kaum verschließen können, es werde bei dem Pantoffeltierchen wohl eine angeborene Reaktionsfolge vorliegen, die Paramäzien seien eben von Anfang an darauf eingerichtet, so, wie hier beschrieben, zu reagieren: in geräumigen Gegenden werden sie sich eben schnell an schwächere Umkrümmungen gewöhnen, und in weniger geräumigen Gegenden, in einem sozusagen engmaschigen Raume, wie ihn z. B. das Innere faulender Pflanzenteilchen darstellt, in dem die Paramäzien gern herumkriechen, werden sie rasch stärkere Umkrümmungen annehmen; mit anderen Worten, die Maschine arbeitet, wie sie muß, und weil sie nicht anders kann.

Es bleibt also dabei, wir können seelisches Leben den Einzellern nicht nachweisen, denn irgendwelche Beobachtungen, die in dieser Richtung ertragreicher erscheinen könnten als die zuletzt erwähnten, wüßten wir nicht zu nennen.

Eine andere Frage ist nun, ob wir diesen Lebewesen seelische Funktionen geradezu absprechen dürfen. Diese Frage verneinen wir durchaus. Selbst wenn fraglich sein mag, ob die oben angezogenen Beobachtungen die springenden Punkte für etwaige seelische Tätigkeit — sei es mitwirkende oder daneben einhergehende — sind, so stehen die gesamten Protozoen einfach deswegen, weil sie Lebewesen sind, von zelligem Bau und protoplasmatischer Beschaffenheit, schon viel zu nahe an den Wesen, deren seelisches Innenleben wir nicht bezweifeln, als daß wir ihnen ein solches schlechtweg absprechen könnten. „Die Natur macht keinen Sprung", sagt man. Wenn man dennoch einen „Sprung", eine Grenze zwischen einem beseelten und einem unbeseelten Naturreich, annehmen will, so mag man sie zwischen dem Belebten und dem Unbelebten, nicht aber zwischen dem Vielzeller und dem Einzeller suchen. Franz hat darauf hingewiesen, daß die gelegentlich aufgetretene Behauptung, nur Nerventiere hätten Bewußtsein, nur ein Gehirn könne dessen Sitz sein, aus vielen Gründen nicht zwingend erscheint, da z. B. zwischen Nervensubstanz und sonstiger lebender Substanz längst nicht ein solcher Unterschied ist wie zwischen Seelischem und Nichtseelischem, und auch die Nervensubstanz aus sonstiger lebender Substanz hervorgegangen sein muß. Beseelt mögen auch die Protozoen sein, nur können wir uns kaum irgendeine und vor allem keine sichere Vorstellung über die Art ihres Seelenlebens machen. Versuchen wir es, so kommen wir leicht dazu, nach Worten zu ringen, wie denn M. Heidenhain den Einzelligen eine „dumpfe" Empfindung zuschreiben möchte, während Pflüger sogar schon bei der Anziehung von Atomen ein „Aufblitzen" der Empfindung annahm. Ob wir wenigstens so viel annehmen sollen, daß die Einzelligen die Schmerzempfindung kennen? Es ist möglich, aber nicht gewiß. Ob Kafka im Recht ist, so allgemeine Regungen wie Hunger, Liebe und Furcht im ganzen Tierreiche zu fordern? Vielleicht. Aber keinesfalls ist dieser Autor im Recht, sich mit dieser seiner Ansicht in Gegensatz zu zur Strassen zu stellen, der doch selber sich zu der Hypothese gedrängt fühlt, „daß das Bewußtsein kein menschlicher Spezialbesitz, sondern auch bei Tieren vorhanden sei".

Viele Forscher möchten bei den Einzellern gewissermaßen das erste Aufdämmern von Bewußtsein annehmen; Franz glaubt eher, wir sind bei diesen dem Menschen am fernsten unter allen Tieren stehenden Wesen bereits so weit ab von dem für uns Erfaßbaren auf psychologischem Gebiet gekommen, daß wir deshalb das etwa Vorhandene nicht finden können.

Doch nun genug von den Erörterungen über die Seelenfrage bei Einzellern, eine Frage, die man mit vollem Recht für unfruchtbar erklären kann, die aber, Hand aufs Herz, sich jeder einmal stellt. Es ist mit ihr ähnlich wie mit der Frage nach dem Leben auf fremden Weltkörpern: ignoramus; ignorabimus? Die Wissenschaft kann einstweilen die Frage nicht beantworten, sondern sie nur begrenzen. Wir wissen nichts Bestimmtes, wir können nur das Allgemeinste glauben oder doch für möglich halten. Darum dürfen wir bei nüchternen wissenschaftlichen Forschungen an Einzellern das Seelische beiseite lassen, wennschon wir es, auf unser Gewissen gefragt, nicht einfach leugnen können.

Die Einzeller als Parasiten und Krankheitserreger. Daß es unter den Einzellern viele parasitisch lebende gibt, ist von vornherein fast selbstverständlich, einfach wegen ihrer Kleinheit. Denn je kleiner die Vertreter eines Tierstammes sind, um so eher

kann eine Mehrzahl von ihnen das Schmarotzerleben auf oder in anderen Tieren angenommen haben. Wir werden daher so manche Beispiele von Ektoparasitismus und Entoparasitismus im Reiche der Protozoen kennenlernen. Wenn gelegentlich sogar auf Infusorien oder in solchen andere, kleinere Infusorienarten schmarotzend gefunden werden, so mag uns das, um den durch Roesel von Rosenhof in unserer Wissenschaft geheiligten Ausdruck zu gebrauchen, „belustigen". Aber auch viel ernstere und wichtigere Studien des Parasitismus knüpfen sich an die Einzeller; sind doch, wie die letzten 50 Jahre gelehrt haben, unter ihnen zahlreiche Erreger schwerer Krankheiten des Menschen, der Haustiere und anderer Tiere gerade so gut wie unter den ins Pflanzenreich gehörigen, daher in Warburgs „Pflanzenwelt" behandelten Bakterien. Ganz besonders von den sogenannten Tropenkrankheiten, den schweren Fesseln der Kolonialwirtschaft aller Kulturvölker, sind viele protozoischen Ursprungs. Die verhältnismäßig neue Wissenschaft von den krankheitserregenden oder „pathogenen" Protozoen, die an Umfang wohl schon die Kunde von den freilebenden Protozoen übertrifft, hat unsere Kenntnis von den Einzellern ganz ungemein erweitert, und es ist schwer zu sagen, um wieviel; vielleicht wird es näherungsweise ebenso viele parasitische wie freilebende Arten von Einzellern geben, nur daß wir von jenen erst einen Teil kennen. Hand in Hand mit den biologischen Studien gehen bei den krankheitserregenden Arten selbstverständlich therapeutische, medizinische, und in vielen Fällen hat man in der Heilung und Verhütung der Leiden und Seuchen schon unermeßlich segensreiche Fortschritte gemacht.

Erste Klasse:

Wurzelfüßer (Rhizopoda).

Die „amöboide Bewegung", das abwechselnde Ausstrecken und Einziehen von Plasmaärmchen oder -beinchen, von „Scheinfüßchen" oder „Pseudopodien", wie man in der Wissenschaft sagt, ist das gemeinsame Kennzeichen aller **Wurzelfüßer** (Rhizopoda). Der Plasmaleib dieser Tierchen entbehrt also entweder überall, wie bei den echten Amöben, oder doch stellenweise, wie bei den beschalten oder gehäusetragenden Wurzelfüßern, fester Umhüllungen; diese Lebewesen sind nicht nur innen, sondern auch an ihrer Oberfläche flüssigen Zustandes oder mindestens ist ihre Oberfläche „festflüssig" und kann sich jeden Augenblick teilweise verflüssigen; sie sind im einfachsten Falle Tröpfchen ohne beständige Gestalt. Als Schulbeispiel eines Wurzelfüßers mag die schon mehrfach erwähnte „Amöbe" gelten, doch haben längst nicht bei allen Wurzelfüßern die Scheinfüßchen jenes lappenförmige Aussehen wie bei ihr, sondern für große Abteilungen dieser Klasse sind stab- oder fadenförmige Scheinfüßchen kennzeichnend, sogar wurzelförmig verzweigte kommen vor, und diese gaben Anlaß zu dem Namen Wurzelfüßer. Es wäre wohl unmöglich, daß die flüssige Masse solche Formen, wenn auch nur vorübergehend, annehmen könnte, wenn nicht jedes fadenförmige Pseudopodium bei seiner Entstehung zugleich eine Stütze aus augenblicklich erhärtender, fest werdender Masse bildete, wie das erst neuerdings Doflein mit feinen mikroskopischen Hilfsmitteln sicher beobachtet hat. Schon die genannten Fähigkeiten der Rhizopoden deuten uns an, daß es sich auch bei diesen Organismen um hochkomplizierte Systeme handelt, die eben nur an Form, an Organausbildung besonders einfach in der Gesamtheit der Lebewesen dastehen. Sehen wir noch genauer zu, so werden wir auch in aller Unbeständigkeit der Gestalt doch bei jeder Art hinreichend bestimmte Grundzüge des

Aussehens wiederfinden, schon in den weichen, beweglichen Teilen, in noch viel höherem Grade aber in den Hartgebilden, die nur den echten Amöben gänzlich fehlen, und die den höchsten Grad der Kompliziertheit zugleich mit herrlichster Schönheit für das menschliche Auge in den Kieselskeletten der Radiolarien erreichen.

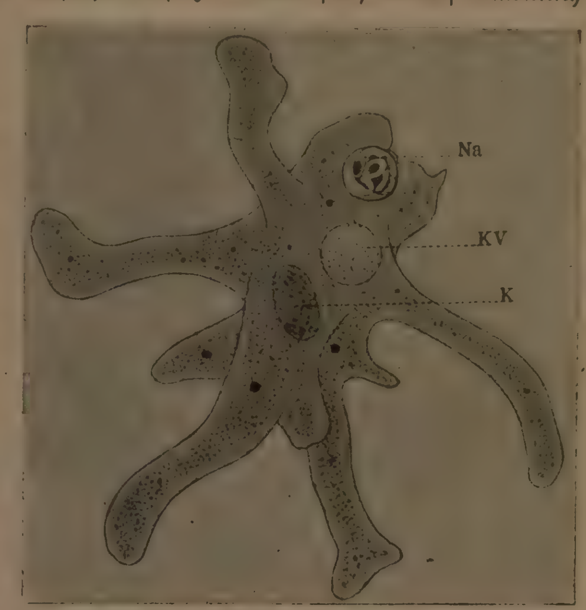
Erste Ordnung:
Wechseltierchen (Amoebozoa).

Man durchmustere, so lautet das alte Rezept, mit starken Vergrößerungen den Schlamm aus stehenden Gewässern oder den Satz aus Aufgüssen verschiedenster Art, so wird das Auge oft durch lebende Schleimklümpchen gefesselt, die in ihrem größtenteils etwas körnig oder schaumig aussehenden Leibe neben aufgenommenen Nahrungsteilchen einen Zellkern und eine langsam pulsierende Vakuole erkennen lassen: dies sind die Wechseltierchen, die Amöben. Wir möchten hinzufügen, daß diese Tierchen meist nicht zu den so ganz häufigen gehören, daß man so manche Schlammprobe vergeblich nach ihnen absucht und der begehrten Objekte in der Regel am ehesten ansichtig wird, wenn man von dem auf Wasserflächen sich absetzenden Flüssigkeitshäutchen etwas unter das Mikroskop bringt. Verhältnismäßig selten sind die Bewegungen der Wechseltierchen auffallend rasch, oft sind sie ziemlich langsam und manchmal ist ihr Tempo nahezu gleich Null: in diesem Falle wird man kaum Gelegenheit finden, den interessanten Freßvorgang, d. h. das Umschließen oder Umfließen von kleineren tierischen oder pflanzlichen Organismen, und die Defäkation, die Ausstoßung der unverdaulichen Reste des Gefressenen, mit eigenen Augen zu verfolgen; mit um so größerer Ruhe aber kann man dann manchmal die Formen der Pseudopodien an den einzelnen Tieren beobachten: das eine Tier zeigt uns vielleicht gerade den Anfang der Ausstoßung eines Scheinfüßchens, ein zweites hat bereits breitere oder längere Läppchen vorfließen lassen, bei einem dritten sind diese Läppchen stellenweise ein wenig verzweigt; selten sind armleuchterähnliche Verzweigungen, aber auch diese kommen bei manchen Amöbenarten vor.

Da man oftmals von „der“ Amöbe spricht, als ob es nur eine Art von Wechseltierchen gäbe, ist es besonders wichtig, daß wir den geradezu ungeheuren Artenreichtum, der hier besteht, durch Anführung einer größeren Anzahl wichtigerer Beispiele belegen. Eine erschöpfende Übersicht zu geben, wäre bis auf den heutigen Tag noch kein Forscher imstande: auf diesem Gebiete ist noch vieles unerforscht.

Als Typus der Gattung Amoeba *Ehrbg.* betrachten wir immer noch am besten die altberühmte Amoeba proteus *Pall.* (s. Tafel „Einzeller I“, 2, bei S. 34), das **Vielgestaltige Wechseltierchen**, den **Kleinen Proteus**, wie sie ihr Entdecker, Roesel v. Rosenhof, 1775 nannte. Ein großer Kern, meist nur eine, seltener zwei pulsierende Blasen im Plasma, ferner außer zahlreichen Nahrungskörpern stets eine Menge kleiner Kristalle, vor allem aber die meist große Zahl von etwa schlauchförmigen Scheinfüßchen, das sind die Hauptkennzeichen dieses sehr beweglichen, bekanntesten aller Wechseltierchen, das im Schlamm und an Pflanzen, in reinem sowie in etwas fauligem, bakterienhaltigem Wasser seinen Wohnbereich hat. Bei ausgiebiger Pseudopodienbildung verwendet dieses Tier fast seine ganze Plasmamasse zu den langgestreckten Scheinfüßchen. In dieser Gestalt verharrt es namentlich dann, wenn es gerade frei im Wasser schwebt. Sobald aber die Spitze eines der Pseudopodien mit etwas Festem in Berührung kommt, streckt sich, wie dies Jennings beschreibt, dieses eine Scheinfüßchen über die Oberfläche des Gegenstandes hin und haftet daran fest, und das Protoplasma beginnt in der

Richtung nach der festhaftenden Spitze hin zu fließen; dies kann um so ausgiebiger geschehen, als gleichzeitig die anderen Pseudopodien, die noch frei ins Wasser ragen, eingezogen werden, und „nach kurzer Zeit bildet die Amöbe, die kaum erst noch aus lauter langen Armen bestand, die sich nach allen Richtungen vom Mittelpunkt aus vorstrecken, eine zusammengeflossene flache Masse und kriecht in der gewöhnlichen Weise auf der Oberfläche dahin“. Dieses Verhalten und ebenso der oben beschriebene Freßvorgang, für den uns als Beispiel unsere Amoeba proteus diente, mag durch den schon oben (S. 11) besprochenen Vergleich mit anorganischen Systemen, die sich in ähnlicher Weise durch Wechsel der Oberflächenspannung bewegen, auf ziemlich einfache Weise zu erklären sein, worauf namentlich Bütschli, Quincke und Rhumbler hingewiesen haben.

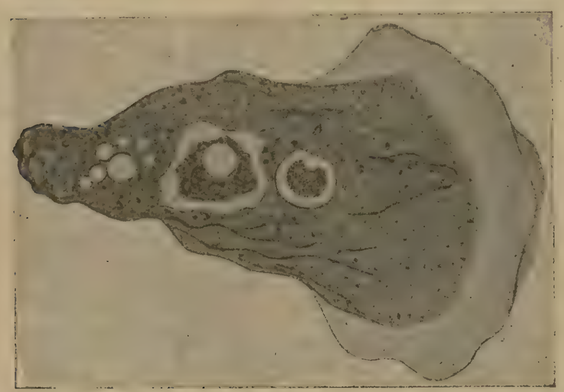


Vielgestaltiges Wechseltierchen, Amoeba proteus *Pall.*, einen Nahrungskörper (Na), einen Haufen kleiner Algen, umschließend. KV kontraktile Vakuole, K Kern. Vergrößerung 100 : 1. Aus F. Doflein, „Lehrbuch der Protozoenkunde“.

Auf viel größere Schwierigkeiten stößt dagegen die physikalische Erklärung derjenigen Amöbenbewegung, die gleichfalls bei Amoeba proteus beobachtet wurde: Dellinger baute sich eine Einrichtung, die ihm gestattete, die Amöben nicht wie gewöhnlich von oben, sondern von der Seite mit dem Mikroskop zu beobachten: da sah er, daß die Amöbe „auf Pseudopodien schreitet“. Wie der Blutegel sein Kopfende vorstreckt, befestigt, dann das Hinterende nachzieht, dieses befestigt, darauf wieder das Kopfende loslöst, es vorstreckt, aufs neue befestigt usf., so kann es, nach Dellinger, auch Amoeba proteus tun und dabei Hindernisse übersteigen. Diese Bewegungsweise, die auch an das Kriechen einer Spannerraupe erinnert, mag uns eindrucksvoll vor Augen führen, daß die Theorie der Tröpfchenbewegung jedenfalls nur in erster Näherung die Tatsachen zu erklären vermag, und daß sie vielleicht nicht für alle Fälle zutreffen wird. Daß wir dennoch mit ihr nicht auf falschem Wege sind, vermag uns ebenso eindrucksvoll Amoeba verrucosa zu lehren.

Amoeba verrucosa *Ehrbg.*, das Rauhe Wechseltierchen, ist ein viel trägeres, fast stets klumpiges, an der Oberfläche durch die meist sehr kurzen, wulstartigen Pseudopodien faltig oder höckerig erscheinendes Wechseltierchen. Kriställchen fehlen ihm, sonst ist sein Inneres und auch sein Vorkommen das gleiche wie bei A. proteus. Die Nahrungsaufnahme besteht oft darin, daß der Nährkörper zuerst auf der Oberfläche der Amöbe klebenbleibt und das Tier dann über ihn hinwegkriecht und ihn hierbei sich einverleibt. Aber Rhumbler sah auch, wie Amöben dieser Art Algenfäden verschlangen, die mehrmals länger waren als sie selbst. Die Amöbe läßt sich auf der Mitte des Algenfadens nieder, umschließt ihn und zieht sich an ihm in die Länge. Nun krümmt sich das eine Ende des Fadens herum, so daß er eine Schleife bildet. Dann streckt sich die Amöbe wieder an dem bereits einmal umgeschlungenen Faden aus, krümmt ihn aufs

neue herum, und dieser Vorgang wiederholt sich so lange, bis das Tier den Faden in seinem Inneren vollständig aufgeknäuelt hat. Nachdem nun die verdaulichen Bestandteile des Algenfadens in das Plasma des Wechseltierchens übergegangen sind, werden die unverdaulichen Reste wieder ausgestoßen. Was nun besonders interessant ist: Rhumbler war imstande, auch dieses komplizierte Geschehen in allen Stücken im Reiche des Unbelebten nachzuahmen: seine scheinbar lebende Amöbe ist ein Tropfen alkoholischer Schellacklösung, sein Algenfaden ein sehr dünner Schellackfaden. Kommt der Tropfen mit ihm in Berührung, so macht er's genau wie die Amöbe, streckt sich an ihm und knäuelt ihn in sich auf; findet die Schellackamöbe statt des Schellackfadens einen mit Schellack überzogenen Glasfaden, so gibt sie schließlich den reinen, „unverdaulichen" Glasfaden wieder von sich. Dieser Vorgang läßt sich, ebenso wie das obenerwähnte Experiment mit dem Quecksilbertropfen, einer großen Versammlung zeigen, indem man mit Hilfe des Projektionsapparates das sich ständig verändernde Bild an die Leinwand wirft, und wer dabei zugegen gewesen ist, wird nicht mehr zweifeln, daß die Amöbe vermöge derselben Kräfte wie der unbelebte Tropfen frißt und verdaut.



Rauhes Wechseltierchen, Amoeba verrucosa *Ehrbg.*, im Bilde nach rechts kriechend. Vergrößerung 100:1. Nach Gläser aus Doflein, „Lehrbuch der Protozoenkunde".

So erstaunlich die Gestaltveränderungen der Rauhen Amöbe und einer anderen, sich ähnlich verhaltenden Art beim Fressen langer Algenfäden sind, so betätigen diese Wechseltierchen beim Kriechen meist ihre ganze Schwerfälligkeit. Die zähe Außenschicht einer Amoeba verrucosa wirkt da fast wie eine Haut, und das Kriechen dieses Tieres ist kein Fließen mehr, sondern in gewissem Sinne ein Rollen: das innere, weichere Plasma rückt in ganzer Masse in der Bewegungsrichtung vorwärts und drückt daher ständig „vorn" die festere Hautschicht zu Boden, ähnlich wie — man kann es nicht besser vergleichen — ein Lavastrom oder die aus einem Schmelzofen hervortretende Metallmasse dauernd auf der Hautschicht fließt, die an ihrer oberen Fläche erstarrte und durch das strömende Innere nach unten gedrückt wird.

Noch mancherlei wäre über die Lebenserscheinungen an Amöben zu sagen. Doch wollten wir uns hier auch für ihren Artenreichtum interessieren. So sei denn als eine nahe Verwandte der beiden erwähnten Arten noch Amoeba terricola *Grff.* erwähnt, das Landbewohnende Wechseltierchen. Auch dies ist eine träge, verhältnismäßig plumpe Art, die aber in feuchter Erde und in Moosrasen zu finden ist. Sie ist jedoch nur eine, wenn auch die bekannteste unter den erdbewohnenden Amöben, und ein Forscher, Penard, der diese und ähnliche Formen unlängst genau untersucht hat, konnte nicht weniger als sechs Arten der Terricola-Gruppe unterscheiden.

Wir hätten, wenn wir vollständig sein wollten, noch zahlreiche frei lebende Arten der Gattung Amoeba zu beschreiben. Viele meist wohlunterschiedene Arten aber sind erst einmal oder nur wenige Male gefunden worden oder in Kulturen aufgetreten. Zu den häufigeren Süßwasserformen gehört noch das seit 1902 bekannte, in Deutschland und in der Schweiz in diatomeen- und algenreichem Sumpf- und Moorwasser gefundene Fledermauswechsel-

tierchen, Amoeba vespertilio *Penard*, mit dreieckig-spitzen Pseudopodien. Wenn man echte Amöben in Abwässern oder in mit Kanalwasser vermischten Flußwasserproben findet, so handelt es sich, wie wir Mez entnehmen, wohl in der Regel um das Verzweigte Wechseltierchen, Amoeba brachiata *Duj*.

Weniger zahlreich als im Süßwasser leben Amöben im Meere. Die Kriställchenamöbe, Amoeba cristalligera *Grbr.*, ist eine durch ihren Reichtum an rechteckigen Kristallplättchen ausgezeichnete Amöbe, die in der Nordsee und im Mittelmeere gefunden wurde. Lohmann konnte namentlich durch sorgfältiges Absuchen der äußerst feinen naturgeschaffenen Planktonnetze in den Gehäusen von Appendikularien eine Anzahl vermutlich meist neuer Amöbenarten der Ostsee auffinden.

Man sieht, die Arten sind wählerisch in ihren Ansprüchen an ihre Umgebung, und zahlreiche, zum Teil noch sehr ungenau bekannte leben sogar vorübergehend oder ausschließlich im Darm, andere wieder in anderen Teilen von Tieren oder Menschen. Zu ihnen gehört die Amöbe der Küchenschabe, Entamoeba blattae *Bütsch.* (Amoeba), ein harmloser Tischgenosse ihres Wirtes. Sie zeichnet sich durch leichtflüssiges Ektoplasma aus, das sich beim Kriechen des Tieres in sogenannter „Fontänenströmung" befindet. Das heißt, in der Mittellinie der Unterseite läuft ein Strom nach vorn, teilt sich dort und läuft an den Seiten der Amöbe rückwärts, so daß er für den von oben her blickenden Mikroskopiker das Bild einer Fontäne bietet; wiederum für die physikalische Erklärung der Amöbenbewegung ein Problem, über dessen Lösbarkeit die einzelnen Forscher sehr verschieden denken.

Ein häufiger Darmparasit des Menschen aus der parasitischen Amöbengattung Darmamöbe (Entamoeba *Cas. et Barb.*) ist die harmlose Dickdarmamöbe, Entamoeba coli *Loesch* (Amoeba), die massenweise in Dickdarmgeschwüren, Leberabszessen usw. beim Menschen angetroffen wird; ein anderer, sehr ähnlicher, aber krankheitserregender die Dysenterieamöbe, Entamoeba histolytica *Schaud.* (Entamoeba tetragena, Amoeba dysenteriae). Beide Arten wurden lange Zeit zusammengeworfen und erst durch Schaudinn 1903 und Hartmann 1907 voneinander getrennt. Die Dysenterieamöbe ist in den Tropen und Subtropen weitverbreitet und verursacht die gefährlichste Form der tropischen Dysenterie oder Amöbenruhr des Menschen, die sich in schweren Durchfällen und Darmentzündungen äußert und schließlich zum Tode führen kann. Die Amöbe nährt sich von Blutkörperchen, Zellteilen und Bakterien und lebt nicht nur im Darm, sondern vermag auch die Darmwand zu durchbohren, wie schon Robert Koch 1883 nachwies, und gerade dadurch die so gefährlichen eiterigen Geschwüre zu erzeugen.

Übrigens gibt es auch Formen der Ruhrerkrankung, die nicht auf Amöben beruhen, sondern bazillären Ursprungs sind; so die Ruhr in Deutschland, in Japan, in Manila. An Amöbenarten der Untergattung Entamoeba, die im Darm des Menschen schmarotzend gefunden wurden, findet man bei M. Braun oder bei F. Doflein, auf deren Werken wir hier und im folgenden bei parasitischen Protozoen großenteils fußen, noch etwa neun aufgezählt; dazu manche, die bei verschiedenen Tieren vorkommen.

Wir sind mit diesen parasitischen Arten schon zu solchen gekommen, die von den freilebenden erheblicher verschieden sind und daher meist in besonderen Gattungen geführt werden. So hat man auch, um zu den freilebenden Formen zurückzukehren, eine Gattung von Wechseltierchen aufgestellt, die ohne deutlich abgesetzte Pseudopodien fließen, Hyalodiscus *H. L.* Hierher gehört das sehr kleine Tröpfchen, Hyalodiscus guttula *Duj.* (Amoeba). das ruhend kugelrund, kriechend oval aussieht und in fast allen Heuaufgüssen zu finden ist,

ferner das noch bekanntere Schneckchen, Hyalodiscus limax *Duj.* (Amoeba), ein langgestrecktes, daher in der Gestalt etwa einer zusammengekauerten Nacktschnecke gleichendes, aber sehr bewegliches Wechseltierchen, das am Vorderende der Kriechrichtung seine Plasmamasse gewissermaßen als ein einziges breitlappiges Pseudopodium vorfließen läßt. Diese häufige Art nebst rund zehn ihr nächst verwandten, aber nicht mehr die erwähnte Amoeba guttula, werden nun neuerdings, seit 1912, wieder zu einer neuen Gattung, Vahlkampfia *Chatton*, vereinigt als „kleine Amöben, die sich fließend mit einem großen Pseudopodium (Bandform) oder mit mehreren kurzen, plumpen Pseudopodien fortbewegen; Ektoplasma und Entoplasma deutlich zu unterscheiden; Körperoberfläche nackt; eine kontraktile Vakuole; Kern mit großem Binnenkörper und chromatinhaltiger Kernrandschicht (Außenkern)" usw. Die von Th. v. Wasielewski und A. Keiler 1914 gegebene Gattungsbeschreibung ist in Wirklichkeit noch einmal so lang; einstweilen genüge uns das Gesagte, um durch einen flüchtigen Einblick in die Arbeitsstätte der Forscher zu erfahren, wie unendlich viel es schon bei den Amöben zu beschreiben gibt.

Wiederum einer anderen Gattung, Dactylosphaerium *H. L.*, rechnet man die Amöben mit rundem Körper und scharf von ihm abgesetzten, im ausgestreckten Zustande fingerförmigen bis lang strahlenförmigen Pseudopodien zu. Die ausgezeichnetste Art ist die Strahlenamöbe, Dactylosphaerium radiosum *Ehrbg.* (Amoeba), unserer Gewässer, und bei der Größe und Beständigkeit der Art- und Gattungsunterschiede in der Amöbenwelt ist nichts anderes als eine bloß zufällige Formanähnelung darin zu finden, wenn, nach Verworn, auch die Amoeba limax bei schwachem Kalilaugezusatz zum Wasser die Radiosa-Gestalt annimmt; die beiden Arten sind miteinander nur entfernt verwandt. Die nächste Verwandte der Strahlenamöbe ist das Glasige Wechseltierchen, Dactylosphaerium vitreum *H. L.* (Amoeba), dessen Scheibe jedoch größer, und dessen Scheinfüßchen nicht so strahlen- oder peitschenförmig, sondern schon mehr fingerförmig sind. Daneben steht noch das der vorigen ähnliche, aber über und über mit stachelförmigen Fortsätzen bedeckte Dactylosphaerium mirabile *Leidy* (Dinamoeba, Chaetoproteus), ein Tier aus Torfsümpfen, das im Verschlingen von Algenfäden es der Amoeba verrucosa gleichtut.

„Große bis sehr große, träge Amöben mit breiten, kurzen, bruchsackartigen Pseudopodien, die vielfach nur als halbmondförmiger, durchsichtiger Saum an einer Vorwölbung des Plasmas erscheinen; gewöhnlich ohne Pseudopodienbildung fließend, wobei der Umriß etwa birnförmig ist, das breite Ende nach vorn; mehrere bis äußerst zahlreiche Kerne; kontraktile Vakuole nicht beobachtet; im Entoplasma oft zahlreiche sogenannte Glanzkörper und bakterienähnliche Stäbchen", das sind, nach Blochmann, die Kennzeichen der Amöbengattung Pelomyxa *Grff.* Die häufigste, besonders in stark fauligem Schlamm-, Moor- und Torfgrund lebende Art ist die Schlammamöbe, Pelomyxa palustris *Grff.* (s. Tafel „Einzeller I", 11, bei S. 34), die bis 3 mm groß wird. Die „Glanzkörper" bestehen aus Glykogen, einem Kohlehydrat. Damit möge es hier genug sein von der großen Artenzahl der Amöben, um zu verdeutlichen, daß wir bei ihnen nicht mehr am Anfang des Lebens stehen, sondern schon recht tief in ihm.

Noch eindringlicher könnten wir die Mannigfaltigkeit der Amöben verdeutlichen, wenn der Raum es gestattete, Genaueres über ihre Fortpflanzung zu sagen. Denn damit, daß der Zellkern sich teilt und seine beiden Abkömmlinge den Plasmaleib in zwei Hälften auseinanderziehen, ist die Sache längst nicht abgetan. Vielmehr kommt es in anderen Fällen zur Aufteilung einer Amöbe in eine Mehrzahl von Tochtertieren, und stets verlaufen die

Kernteilungsvorgänge unter höchst verwickelten Erscheinungen, und diese sind bei jeder Amöbengattung und wohl bei fast jeder Amöbenart andere. Die Beschreibungen dieser Geschehnisse füllen zahlreiche Blätter in den Annalen der Wissenschaft. Ferner geht die Lebenserhaltung auch bei den Amöben nicht immer ohne zeitweilige Paarungsvorgänge ab, und diese verlaufen wiederum unter sehr verschiedenen Erscheinungen an den Zellkernen, ja in manchen Fällen kann die eigentliche Paarung anscheinend durch eine Art Selbstpaarung der beiden oder zahlreichen Abkömmlinge ein und desselben Kernes ersetzt werden. Auch Einkapselungsstadien und Vielteilung werden beobachtet. Und noch komplizierter ist der Lebensablauf mancher Amöben; denn manches von diesen Tierchen ist überhaupt nur eine Zeitlang Amöbe, dann wandelt es sich in ein ganz anderes Tier um, und zwar in ein Geißeltierchen.

Dadurch werden zwei große Klassen der Protozoen, die Wurzelfüßer (Rhizopoda) und die Geißeltiere (Flagellata), miteinander verbunden. Schon seit 1875 kennen wir durch F. E. Schulze auch eine Gattung Geißelamöbe, Mastigamoeba *F. E. Sch.*, mit der Mastigamoeba aspera *F. E. Sch.* und einigen anderen, hernach bekanntgewordenen Arten. Diese Geißelamöben sind Wechseltierchen, die ein langes Geißelhaar besitzen, weshalb sie mit noch besserem Rechte zu den Geißeltieren gestellt werden mögen. Mochte man im Sinne der üblichen Abstammungshypothesen in den Geißelamöben ein Anzeichen dafür sehen, daß die Geißeltiere sich von amöbenähnlichen Wesen ableiten, so haben doch Pascher, Doflein und andere Forscher neuerdings gerade den umgekehrten Abstammungsweg angenommen, zumal bei zahlreichen Wurzelfüßern, wenn sie sich im freien oder eingekapselten Zustande durch Teilung vermehrt haben, die Teilprodukte die amöboide Bewegung mit der Fortbewegung durch Geißeln vertauschen und zu Geißelschwärmern oder Zoosporen werden.

Manche Amöben wohnen in zierlichen Häuschen, wie die Schnecke im Schneckenhaus. Unter dem Namen Beschalte Amöben (Testacea, auch Thalamophora) stellt man sie den vorerwähnten Nackten Amöben (Amoebaea) gegenüber. Sie können ihre Schale nicht verlassen, wohl aber ihre zarten Scheinfüßchen hervorstrecken und mit ihnen nach echter Amöbenart kriechen und fressen.

Durchsuchen wir Proben von Schlamm- oder Wasserpflanzen mit dem Mikroskop, so entdecken wir oftmals zahlreiche runde, bräunliche Plättchen, die an kleine Münzen erinnern. Es sind die umherliegenden, von unten oder von oben gesehenen Schalen des Kapseltierchens, Arcella vulgaris *Ehrbg.* (Abb. S. 24), der bekanntesten Art in der Ehrenbergschen Gattung Arcella. Bei kühlem Wetter ruhen die Plasmaleiberchen unbeweglich, sind auch wohl zum Teil innerhalb der Schale verkapselt; an wärmeren Tagen tun sie uns aber gern den Gefallen, munter umherzuspazieren und sich dabei auch im Profil zu zeigen. Dann erkennt man deutlicher die kleine Amöbe, umgeben von einer braunen, undurchsichtigen Schale mit gewölbter Rückenseite und einer eingedrückten, aber mit mittlerer kreisförmiger Mündung versehenen Bauchseite. Das Ganze gleicht einem zierlichen Döschen, während der Name Arcella, d. h. kleine Arche, eigentlich nur passen würde, solange das Schälchen mit der gewölbten Rückenseite nach unten liegt. Aus der Mündung tritt ein Teil des Weichkörpers mit kurzen, veränderlichen Fortsätzen hervor. Dieser Weichkörper hat wieder den Wert einer Zelle, indem er einen Kern enthält. Junge Stücke sind durchsichtig, so daß man den beweglichen Protoplasmakörper auch durch die Schale hindurch gut beobachten kann. Man sieht alsdann auch, daß das Gehäuse erst nach und nach aus einer gleichförmigen Beschaffenheit in eine solche übergeht, wo es aus lauter einzelnen braunen Körnchen oder Facetten zu bestehen scheint.

Derselbe Physiolog, den wir oben auf ein sehr entwickeltes Seelenleben der Infusorien schließen sahen, W. Engelmann (S. 10), war geneigt, auch unserem Kapselwesen ein Wollen und Handeln zu bestimmten Zwecken zuzuschreiben. Wir wissen schon, daß solche Beweisführungen nicht zwingend sind, aber die tatsächlichen Beobachtungen, die ihnen in diesem Falle zugrunde liegen, sind so interessant und anmutend, daß wir gerne



Kapseltierchen, Arcella vulgaris *Ehrbg.* (rechts oben und unten), und Schmelztierchen, Difflugia pyriformis *Perty* (in der Mitte). Vergrößerung 50:1.

sie selbst und den Eindruck, den sie dem großen Forscher machten, hier mitteilen. Engelmann sah, daß bei den in einem Wassertropfen unter dem Mikroskop befindlichen Urzellen Luftbläschen im Protoplasma zum Vorschein kamen. Dadurch wurden die Urzellen an die Oberfläche des Wassers gehoben. Andere senkten sich, indem die Gasblasen aus dem Gehäuse ausgestoßen wurden. Wie gesagt, glaubt Engelmann darin gewollte Vorgänge erblicken zu dürfen, woraus auf seelische Eigenschaften des Protoplasmas zu schließen sei. Auch hier sind wir anderer Meinung. Gegen die Tatsache, daß unter gewissen Umständen im Körper der Urzellen sich Gasblasen bilden, und zwar so, daß bestimmte Lagen des Körpers damit

erreicht werden, ist nichts zu sagen. Auch mag es bei vielen Gelegenheiten ganz zweckmäßig für die Kapseltierchen sein, daß sie durch ihre Gasbläschen, die nicht nur in der Zwangslage unter dem Mikroskop, sondern auch im Freien entstehen, in ihrem Wohngewässer rasch auf- und niedersteigen können wie kleine Luftballons. Aber statt nun gleich an bewußte oder unbewußte Seelenregungen zu denken, könnte man offenbar mit viel mehr Recht an die Stoffproduktion irgendwelcher Drüsen von vielzelligen Tieren oder auch etwa an die Tätigkeit der zusammenziehbaren Blasen der Protozoen anknüpfen. Mithin verlangen die Gasblasen der Urzellen keine besondere psychologische Erklärung.

Nicht ganz selten ist die uhrglasförmige Urzellenschale am Rande in regelmäßigen Abständen zinnenartig mit aufgekrümmten Zähnen besetzt. Man faßt diese Form, Arcella dentata *Ehrbg.* (s. Tafel „Einzeller III", 13, bei S. 69), entweder als eigene Art oder als Abart der vorigen auf. Mützenförmig, höher als breit, ist die Schale bei der selteneren Arcella mitrata *Leidy.*

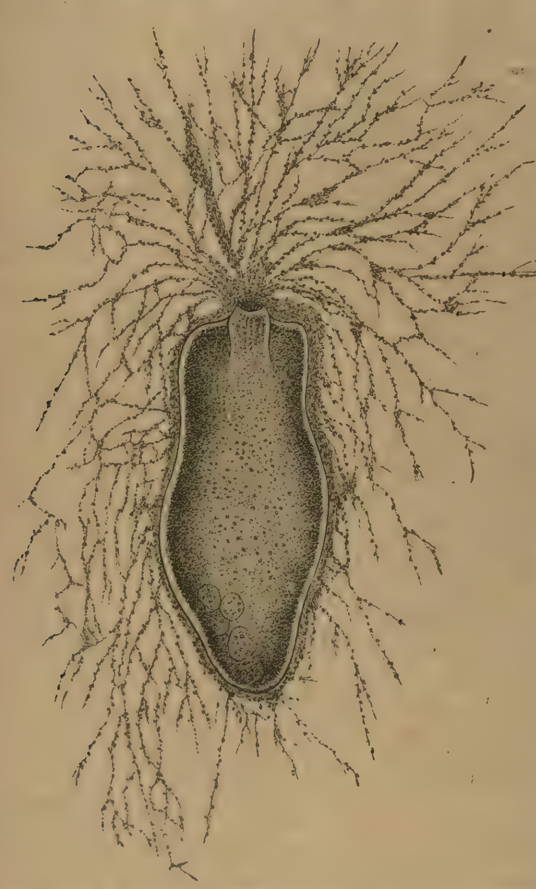
Bei anderen Gattungen, wie bei den Zeichentierchen (Euglypha *Duj.*), ist die Schale sackförmig, ihr freier Rand gezackt und ihre Oberfläche mit ovalen Täfelchen, deren Ränder einander überschneiden, zierlich und regelmäßig bedeckt. Die Protoplasmafortsätze, die z. B. bei Euglypha alveolata *Duj.* aus der Schalenöffnung treten, sind nicht wie bei Arcella kurz, lappig und einfach, sondern ziemlich lang, zart und meist am Ende gegabelt.

Zu den auffälligsten Erscheinungen unter den beschalten Amöben gehören die Schmelztierchen oder Difflugien (Difflugia *Lecl.*). Ihre Schalen allein, ohne die aus ihnen hervortretenden Pseudopodien, können ein Ausmaß von mehr als ½ mm erreichen. Die Gestalt der Schalen ist etwa ei- oder birnförmig, dabei sehr verschieden, was den Wert der lediglich nach der Schalenform unterschiedenen Arten fraglich macht. Am häufigsten trifft man jedenfalls die Form mit birnförmiger Schale, Difflugia pyriformis *Perty.* Namentlich wenn sich solch ein Tier mit grünen Algen recht vollgefressen hat, bildet es einen augenfälligen Klumpen im mikroskopischen Bilde. Die Difflugien fressen aber nicht nur, was sie verdauen können, sondern auch winzige Sandkörnchen und dergleichen, und diese bilden, indem sie wieder ausgeschieden werden, an der Oberfläche liegenbleiben und durch eine Kittmasse zusammenkleben, das Difflugiengehäuse. Denn das ist das Kennzeichen aller Difflugien, daß ihre Schalen aus Fremdkörpern, meist Quarzkörnchen, auch aus Bazillariazeenschalen und ähnlichen harten Objekten, aufgebaut sind. Jene Entstehungsweise der Schale konnte Verworn, einer der hervorragendsten Kenner der einzelligen Lebewesen, einwandfrei feststellen, indem er mit feinen Nadeln dem Tier sein Gehäuse abkratzte und ihm Glassplitter zum Aufbau eines neuen zur Verfügung stellte: sie wurden unverzüglich verwendet. Dem schon erwähnten, erfolgreichen Experimentator Rhumbler ist es gelungen, auch diesen Gehäusebau der Difflugien auf anorganischem Wege getreu nachzuerzeugen.

Auch ein parasitisches beschaltes Wechseltierchen möchten wir erwähnen. Unter dem Namen Leydenia gemmipara hatte Schaudinn eine von ihm und zuvor von Leyden beim Menschen in allerlei Geschwüren gefundene stattliche Amöbe — so schien es — beschrieben, bis freilich Schaudinn selbst mitteilen konnte, daß es sich um abnorme, schalenlose, durch die Krankheit des Menschen selbst bedingte Zustände eines längst bekannten unschuldigen Darmparasiten, Chlamydophrys enchelys *Ehrbg.* (Platoum stercoreum), handelt, der auf feuchtem Boden oder Mist lebt und in einem bestimmten Lebensabschnitt den Darm von Menschen oder Tieren passieren muß, um seine Zysten zur Entwickelung bringen zu können. Die Leydenia-Form pflanzt sich durch Teilung oder durch Knospung fort.

Wir begeben uns zu weiteren Studien an das Gestade des Meeres, um auch in die Formen der meerbewohnenden Wurzelfüßer genaueren Einblick zu gewinnen. Noch zahlreiche Wechseltierchen lernen wir dann kennen, und zwar der überwiegenden Mehrzahl nach solche mit charakteristisch gebauten Schalen.

Eigenartige große, meerbewohnende Amöbozoen mit regellos verzweigtem, aus Sand und Schlamm bestehendem Gehäuse sind die sogenannten Sandforaminiferen (Rhabdamminidae), wie die im Atlantischen Ozean und in der Nordsee, z. B. bei Helgoland, auf dem Meeresgrunde zu findende, oft fünfpfennigstückgroße Astrorhiza limicola *Sandahl* (s. Tafel „Einzeller III"), ein charakteristischer Vertreter dieser besonders roh organisierten Thalamophoren.



Eiförmige Gromie, Allogromia ovoidea *Rhumbler*. Vergrößerung 600 : 1.

Zu anmutigeren Beobachtungen auf diesem Gebiete ladet das Mittelmeer ein. Von einem mit Algen bewachsenen Felsen haben wir eine kleine Menge Pflanzen mit dem ihnen anhaftenden Sand und Schlamm in einem größeren Glasgefäß mit reichlichem Wasser seit einigen Tagen auf dem Zimmer stehen. Alles gröbere Getier, was ohne weiteres dem unbewaffneten Auge sichtbar und mit einer feinen Pinzette gefaßt werden kann, zierliche Rissoenschnecken, Krebschen, Würmer, sind möglichst entfernt worden, da unsere Absichten auf andere Erscheinungen gerichtet sind. Indem wir nun die Wand des Gefäßes mit der Lupe abmustern, sehen wir hier und da ein bräunliches Körnchen haften und bemerken sogar an den größeren Exemplaren, daß sie von einem zartesten Netz und Strahlenkranz leichter Fäden umgeben sind. Vorsichtig wird einer der Körper unter das Mikroskop gebracht. Das Fadennetz ist zwar zunächst verschwunden, es ist zurückgezogen in die eiförmige, ziemlich elastische Schale, bei einiger Geduld kommt es aber wieder zum Vorschein. Der Abbildung, die O. Schmidt nach einer lebenden Eiförmigen Gromie, Allogromia ovoidea *Rhumbler* (Gromia oviformis), entworfen hat, fügen wir die Worte eines der ausgezeichnetsten Kenner der Wurzelfüßer bei, Max Schultzes, der das wundervolle Spiel der ausgedehnten, oft über 1 qcm Fläche einnehmenden, vielfältig verschlungenen Pseudopodien dieser sonderbaren Geschöpfe, die den Namen „Wurzelfüßer" erst voll rechtfertigen, beschreibt. „Nach einiger Zeit vollständiger Ruhe werden aus der großen Öffnung der Schale feine Fäden einer farblosen, durchsichtigen, äußerst feinkörnigen Masse hervorgeschoben. Die zuerst hervorkommenden suchen tastend umher, bis sie einen festen

Körper (hier die Oberfläche des Glases) gefunden haben, an dem sie sich in die Länge ausdehnen, indem aus dem Inneren der Schale neue Masse nachfließt. Die ersten Fäden sind äußerst fein, bald entstehen jedoch auch breitere, die wie die ersten in schnurgerader Richtung schnell an Länge zunehmen, auf ihrem Wege sich oft unter spitzen Winkeln verästeln, mit nebenliegenden zusammenfließen, um ihren Weg gemeinschaftlich fortzusetzen, bis sie, allmählich immer feiner werdend, eine Länge erreicht haben, welche die des Tierkörpers um das Sechs- bis Achtfache übertrifft. Haben sich die Fäden auf diese Weise von der vor der Schalenöffnung nach und nach angehäuften größeren Masse feinkörniger, farbloser, kontraktiler Substanz nach allen Richtungen ausgestreckt, so hört das Wachsen der Fäden in die Länge allmählich auf. Dagegen werden jetzt die Verästelungen immer zahlreicher, es bilden sich zwischen den nahe beieinander liegenden eine Menge von Brücken, welche bei fortwährender Ortsveränderung allmählich ein proteisch veränderliches Maschensystem darstellen." Wir schalten hier ein, daß, wenn das Tier bequem liegt und Zeit hat, es allmählich die ganze Außenfläche der Schale mit einer dünnen, oft netzförmig durchbrochenen Schicht der beweglichen Masse umkleidet. „Wo an der Peripherie des Sarkodenetzes, wie wir das zarte Gewebe nennen wollen, sich mehrere Fäden begegnen, bilden sich aus der stets nachfließenden Substanz oft breitere Platten aus, von denen wieder nach mehreren Richtungen neue Fäden ausgehen. Betrachtet man die Fäden genauer, so erkennt man in und an denselben strömende Körnchen, welche, aus dem Inneren der Schale hervorfließend, längs den Fäden ziemlich schnell nach der Peripherie vorrücken, am Ende der Fäden angekommen umkehren und wieder zurückeilen. Da gleichzeitig jedoch immer neue Kügelchenmassen nachströmen, so zeigt somit jeder Faden einen hin- und einen rücklaufenden Strom. In den breiten Fäden, die zahlreiche Kügelchen enthalten, lassen sich die beiden Ströme stets gleichzeitig erkennen, in den feineren jedoch, deren Durchmesser oft geringer als der der Kügelchen ist, sind diese seltener. Dieselben erscheinen hier auch nicht im Inneren des feinen durchsichtigen Fadens eingebettet, sondern laufen auf der Oberfläche desselben hin. Kommt ein solches Kügelchen auf seinem Wege an eine Teilungsstelle des Fadens, so steht es oft eine Zeitlang still, bis es den einen oder den anderen Weg einschlägt. Bei brückenförmigen Verbindungen der Fäden fließen auch die Kügelchen von einem zum anderen über, und da begegnet es nicht selten, daß ein zentrifugaler Strom von einem zentripetalen erfaßt und zum Umkehren gezwungen wird. Auch im Inneren eines breiteren Fadens beobachtet man zuweilen ein Stillstehen, ein Schwanken und schließliches Umkehren einzelner Körperchen. Die Fäden bestehen aus einer äußerst feinkörnigen Grundmasse. Ein Unterschied von Haut und Inhalt existiert an denselben nicht. — Die regelmäßig auf- und absteigende Bewegung der Kügelchen läßt sich nur erklären als hervorgebracht durch das Hin- und Zurückströmen der aus dem Inneren der Schale stammenden, fließendem Wachs zu vergleichenden, homogenen kontraktilen Substanz, welche in der einen Hälfte jedes Fadens eine zentrifugale, in der anderen eine zentripetale Richtung verfolgt und natürlich die größeren Kügelchen, welche uns allein von der Gegenwart einer solchen Bewegung in Kenntnis setzen, mit sich führt."

Wie bei anderen Rhizopoden, so müssen auch bei der Gromie die Scheinfüßchen wichtige Hilfsdienste beim Nahrungserwerb leisten, jedoch nur als Fang- und nicht gleichzeitig als Verdauungsapparat. Stoßen nämlich, so berichtet Schultze, die Fäden auf ihrem Wege an irgendeinen zur Nahrung brauchbar erscheinenden Körper, eine Bazillarie, einen kürzeren Oszillatorienfaden, so legen sie sich an denselben an und breiten sich über ihm aus. So bilden sie eine mehr oder weniger vollständige Hülle um ihn. Die Fäden krümmen und

verkürzen sich, bis die beuteführende Masse der Schalenöffnung nahe gekommen ist und schließlich in dieselbe zurückgezogen wird.



Polystomella strigillata *F. M.* Vergrößerung 200:1.

An die Arzellen, Difflugien, Euglyphen, Astrorhizen, Gromien usw., als die Beschalten Amöben mit einkammerigem Gehäuse, die „Monothalamia", reihen sich die äußerst zahlreichen Vielkammerigen, die „Polythalamia". Es sind ausschließlich Meeresbewohner, und ihre

Gehäuse sind fast stets verkalkt, manchmal porzellanartig. Das Gehäuse setzt sich aus mehreren oder zahlreichen Kammern zusammen, die meist auch äußerlich durch die Skulptur angedeutet sind. Aus der verschiedenen Art der Anordnung und Verbindung der Kammern geht die bald spiralige, bald röhrenförmige, überhaupt äußerst verschiedene Form der Schale hervor. Bei einigen Familien liegen nämlich die Kammern in gerader Linie hintereinander, bei anderen bilden sie ein unregelmäßiges Konglomerat, bei den meisten gleichen sie zierlichen Schneckenhäusern von Turmschnecken, Tellerschnecken und anderen mehr; es ist das ein interessanter Fall von „Konvergenz", d. h. von Ausbildung gleicher, offenbar zweckmäßiger Gestalten in ganz verschiedenen Tiergruppen. Bei manchen ist eine Öffnung zum Austritt der Fortsätze nur an der letzten Kammer sichtbar; im Inneren sind jedoch die Kammern durch ähnliche Öffnungen verbunden. Zahlreich sind aber auch solche Gattungen, wo die Wände aller Kammern von feinen Löchern durchbohrt sind, aus denen die veränderlichen Scheinfüßchen in Gestalt langer, fädiger Flüssigkeitsmassen, die sich stellenweise verflechten können, durchtreten. Der ganzen Abteilung wurde auch der Name Porentierchen, Foraminifera (von foramen, Öffnung, Loch), gegeben, was wir wohl am besten mit Siebtierchen verdeutschen.

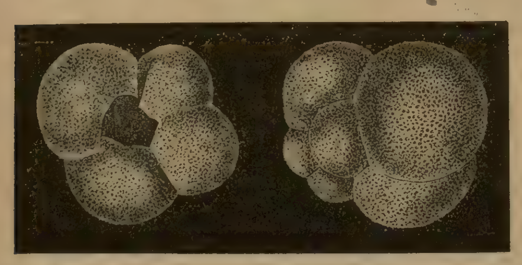


Weichkörper der Polystomella striatopunctata *F. M.* a Kern. Vergrößerung 200 : 1.

Löst man die Kalkschale vorsichtig in verdünnter Säure auf, so gelingt es mitunter, den Weichkörper im Zusammenhange zu erhalten. So gewann F. E. Schulze ein ausgezeichnetes Präparat von Polystomella striatopunctata *F. M.* aus der Familie der Polystomelliden, von dem die nebenstehende Abbildung nach der Zeichnung des Professors Goette uns vorliegt. Das Protoplasma füllt alle Kammern aus, und Fortsätze und feine Fäden erstrecken sich von Raum zu Raum. In einer Kammer ist auch ein deutlicher Kern (a) enthalten. In anderen Fällen werden mehrere Kerne beobachtet. Die Fortpflanzung besteht darin, daß aus dem Weichkörper die Abkömmlinge heraustreten, die entweder ohne weiteres oder erst nach Paarung heranwachsen. Und zwar scheint ein eigentümlicher Generationswechsel weit verbreitet zu sein: einem Tier mit kleiner Anfangskammer entschlüpfen zahlreiche, sogleich beschalte Junge mit großer Anfangskammer. Diese erzeugen nach dem Heranwachsen noch viel zahlreichere winzige, begeißelte Schwärmsporen, die erst nach Paarung wieder zu beschalten Tieren mit kleiner Anfangskammer heranwachsen. Auch kann zwischen zwei Sporengenerationen eine Mehrzahl von großkammerigen eingeschaltet sein. In der Größe wechseln die Polythalamien von $^1/_{10}$ mm Durchmesser bis zu dem eines Fünfmarkstückes. Diese größeren Formen gehören jedoch alle nur einer vorweltlichen Familie, den Nummulitiden, an. Von den Polythalamien sind gegen 2000 Arten, fossile und lebende, beschrieben worden.

„Von einem an kleineren Schalen äußerst reichen Sande von Molo di Gaeta", sagt Max Schultze, „schied ich mittels eines feinen Siebes alle über eine Zehntellinie großen Körnchen ab. Das Zurückgebliebene bestand, wie die mikroskopische Untersuchung zeigte, etwa zur einen Hälfte aus wohlerhaltenen Rhizopodenschalen, zur anderen aus Bruchstücken mineralischer und organischer Substanzen, ein Verhältnis, wie es auch nach d'Orbignys Angaben kaum irgendwo günstiger gefunden wird. Als ich auf einer mit Algen

bedeckten kleinen Felseninsel südlich vom Hafen nur wenige Fuß unter der Oberfläche des Wassers, ja selbst an Stellen, die zur Zeit der Ebbe fast trocken lagen, mit einem feinen Netze schabend fischte, dann durch Schlämmen des erhaltenen Gemisches von tierischen und pflanzlichen Teilen das leichter Suspendierbare entfernte und den übrigen Sand im Glase ruhig stehen ließ, sah ich schon nach einigen Stunden zahlreiche Rhizopoden an den Glaswänden in die Höhe kriechen, und die Untersuchung des Bodens zeigte fast sämtliche Polythalamien mit organischer Erfüllung und lebend. Die Rhizopoden des Meeres scheinen demnach zu ihrem Aufenthalte am liebsten solche Stellen zu wählen, wo ihnen durch eine reiche Vegetation Schutz vor dem Andrange der Wellen und ihren zarten Bewegungsorganen eine sichere Stütze zum Anheften geboten ist. Hier finden sie zugleich an den den größeren und kleineren Seepflanzen stets anhaftenden Diatomeen und Infusorien eine reichliche Nahrung." Der Lieblingsaufenthalt sehr vieler Polythalamien sind Schwämme aller Art, wo ihnen Schutz und Nahrungszufuhr in noch höherem Maße gewährt sind. Überhaupt sind die meisten Foraminiferen Bewohner des Meeresgrundes geringerer Tiefen, wo sie an festen Körpern umherkriechen, sehr verschieden von der planktonischen Lebensweise der Radiolarien.


Globigerinenschalen. Vergrößerung 100:1.

Ehrenberg hat schon vor mehreren Jahrzehnten viele Hunderte von Schlammproben untersucht, die für ihn in allen Meeren gesammelt worden waren, unter anderen auch aus den Tiefen von 10—12000 Fuß, die bei den Lotungen zur Kabellegung erreicht wurden. Fast regelmäßig bilden die Polythalamienschalen einen bedeutenden Prozentsatz davon, was nach ihrem massenhaften Vorkommen an seichten Uferstellen nicht befremden kann. Der Berliner große Naturforscher fand häufig in solchen mit dem Lot emporgehobenen Schalen Reste des weichen tierischen Körpers und schloß daraus schon damals, als man die reiche Tiefseefauna noch nicht kannte und ihr Vorhandensein im allgemeinen für unmöglich hielt, daß die Tiere wirklich „dort unten" lebten und durch ihre massenhafte Vermehrung an Ort und Stelle zur allmählichen Ausgleichung der untermeerischen Täler beitrügen.

Die späteren sorgfältigen Untersuchungen über die Beschaffenheit des Tiefseebodens haben die außerordentliche Beteiligung der Polythalamienschalen an der Bildung des Tiefseeschlammes von den arktischen bis zu den antarktischen Zonen bestätigt. Außer anderen Gattungen, die einen geringeren Prozentsatz liefern, kommen besonders Globigerina *Orb.* und Orbulina *Orb.* in Betracht, die ersteren aus mehr oder weniger spiralig aneinandergereihten Kugeln von zunehmender Größe zusammengesetzt, Orbulina scheinbar eine einzige regelmäßige Kugel, die jedoch die globigerinaähnlich aufgerollten Kammern umfaßt. Ihre Schalenreste kommen über Tausende von Quadratmeilen des Meeresgrundes in solchen Massen vor, daß sie einen bezeichnenden Hauptbestandteil des Bodensatzes bilden, so daß man schlechthin von „Globigerinengrund" und „Globigerinenschlick" spricht.

Was somit die englischen Naturforscher durch die berühmte Challenger-Fahrt hinsichtlich der Beteiligung der Foraminiferen an der Schichtenbildung der Erde in großartigem Maßstabe nachgewiesen haben, ist eigentlich nur eine Bestätigung und Erweiterung der schon obenerwähnten Entdeckungen unseres Ehrenberg. Schon er erkannte die große Übereinstimmung vieler jetzt lebender Foraminiferen mit denjenigen, die das Material zu den Kreide-

blagerungen geliefert, und sprach von „lebenden Kreidetierchen". Das war in den dreißiger Jahren eigentlich ein Paradoxon, ein revolutionärer Gedanke, heute sind wir ganz befreundet mit ihm. Wir wissen, daß ein großer Anteil an diesem Verlängern der Kreidezeit bis in die Gegenwart hinein unseren Polythalamien gebührt, die zum Aufbau der Erdrinde mehr beigetragen haben als alle übrigen Pflanzen und Tiere zusammengenommen. Die mächtigen Kohlenlager, die Korallenriffe und Atolle und die Knochenlager an der sibirischen Küste sind bei diesem Ausspruche nicht vergessen. Denn nicht nur von den kambrischen und silurischen Schichten an bis zur Kreide haben sich die Foraminiferen an der Herstellung des Materials der Erdfeste beteiligt. Ebenso beträchtlich oder noch beträchtlicher pflegt ihre Menge und oftmals ihre Größe bei deutlicher Erhaltung in den eozänen (unteren) Tertiärgesteinen zu sein; so hat man im Pariser Becken einen Miliolitenkalk, in Westfrankreich und östlich der Adria einen Alveolinenkalk, endlich in einer langen und breiten, längs beiden Seiten des Mittelmeeres bis in den Himalaja fortziehenden Zone, die wir z. B. auch in den Alpen treffen, den Nummulitenkalk nach Rhizopodengeschlechtern unterschieden, deren Schalenreste sie großenteils oder, insbesondere den letzten, mitunter fast allein in einer Mächtigkeit von vielen hundert Fuß zusammensetzen.

Den Rhizopoden sind schließlich vielleicht die tiefseebewohnenden Xenophyophora F. E. Schulzes verwandt, die bis 7 cm große, aus unregelmäßig netzartig zusammengefügten Röhrchen bestehende Gehäuse von scheibenförmiger oder fächerartiger Gestalt bilden und zwischen den Röhrchen ein von Fremdkörpern gebildetes Gerüst haben.

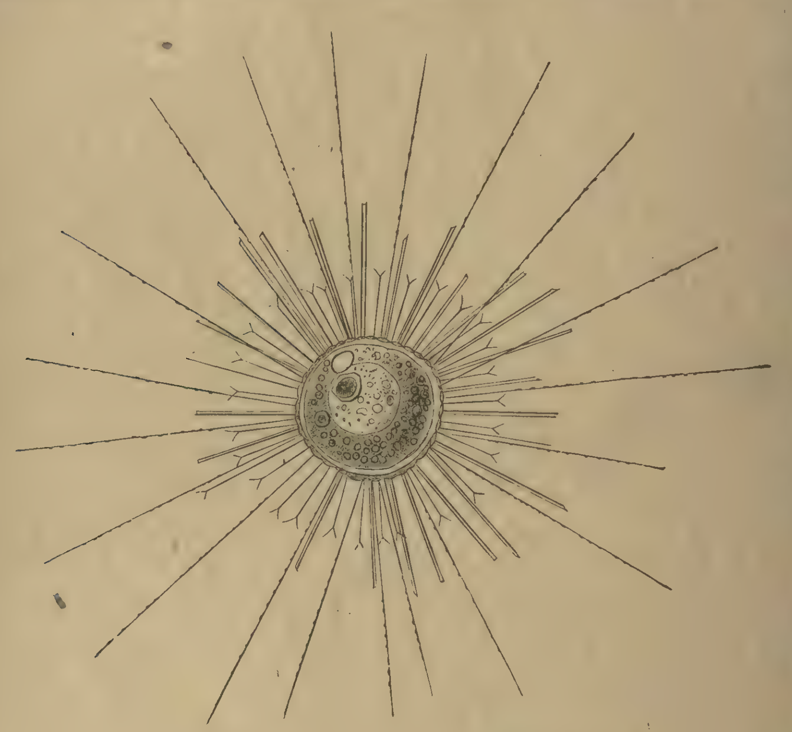
Zweite Ordnung:

Sonnentierchen (Heliozoa).

Seit Ausgang des 18. Jahrhunderts sind kleine Bewohner des süßen Wassers bekannt, die man Sonnentierchen (Heliozoa), gelegentlich auch wohl Süßwasserradiolarien nennt. Der erstere Name rührt von der äußeren Erscheinung dieser Wesen her: sie stellen sich unter dem Vergrößerungsglas als kleine runde, von einem Strahlenhofe umgebene Körper dar. Ihr Protoplasma ist durchaus nicht von gleichmäßiger Beschaffenheit, sondern zerfällt auch hier in Ento- und Ektoplasma oder in Marksubstanz und Rindenschicht. In jener liegt, manchmal genau zentral, in der Regel aber exzentrisch, der Kern, oder es finden sich, in der Marksubstanz verteilt, mehrere Kerne. Die Rindenschicht ist weniger stark lichtbrechend, zähflüssiger, bei manchen schaumig und beherbergt eine oder mehrere kräftig pulsierende Blasen, die ihren flüssigen Inhalt unter starker Vorwölbung nach außen abgeben, sowie Nahrungsballen, Zoochlorellen (das sind winzige symbiontische Algen), Fetttröpfchen und kleine, stark lichtbrechende Körnchen aus oxalsaurem Kalk in verschiedener Menge und Größe. Die von dem Körper der kleinen Sonne nach allen Seiten ausgehenden Strahlen, Pseudopodien mit lebhafter Körnchenströmung, sind oft viermal so lang wie der Durchmesser des Körpers. Sie haben eine gewisse Starrheit, da sie von einem kräftigen, in der Marksubstanz seinen Ursprung nehmenden durchsichtigen Achsenstab gestützt werden, auf dem eine körnchenreiche Protoplasmahülle sich hin und her schiebt; es sind „Axopodien".

Über merkwürdig zitternde, mit Hilfe der Pseudopodien ausgeführte Tänze der Sonnentierchen berichtet Penard: „Das Tier streckt einige seiner Fäden von sich, die einen Augenblick ihre Starre verlieren, dann wieder erstarren und den Körper nach sich ziehen, indem

sie ihn ein wenig von oben nach unten wenden; andere Fäden ersetzen die ersten und ziehen ihrerseits, so daß im Laufe der Erscheinung das Tier wie ein Ball auf der Tafel rollt und dies zuweilen so schnell, daß es wie eine Spinne zu laufen scheint. Es finden sich in dieser Hinsicht große Verschiedenheiten von Art zu Art, und während Ciliophrys sicher amöboid ist und Actinophrys sich nur sehr langsam fortbewegt, können die Akanthozysten, z. B. Acanthocystis turfacea *Cart.*, in der Minute einen Weg durchlaufen, der das Zwölffache ihres Durchmessers beträgt. Bei Actodiscus saltans habe ich die Bewegungen am lebhaftesten gesehen; dieses kleine Wesen tanzt zur Rechten und zur Linken, vorwärts und zurück mit einer außerordentlichen Beweglichkeit, und um ihm zu folgen, muß man beständig die Stellung des Mikroskops verändern."



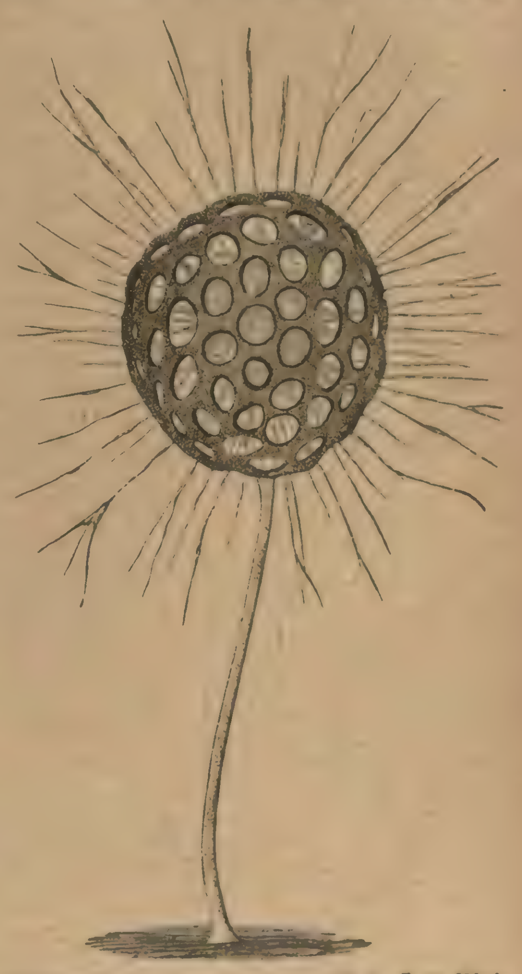
Acanthocystis turfacea *Cart.* Vergrößerung 300:1.

Wehe dem kleinen Algenschwärmer, der mit einem dieser Axopodien in Berührung kommt. Sogleich bleibt er kleben, wird von hervorquellender und heranfließender Plasmamasse umschlossen und gleitet dann langsam, aber unfehlbar infolge der Zusammenziehung des Scheinfüßchens nach dem Körper des Sonnentierchens hin. Sobald er sich der Rindenschicht nähert, sendet diese bei manchen Arten eine amöboide Masse aus, öfters in Form eines Kegels oder eines großen Buckels, die nach und nach die Beute umgibt und dem Inneren des Körpers einverleibt. War die Beute ein größeres Tier, so neigen sich mehrere Axopodien zu ihr zusammen und ziehen sie mit vereinten Kräften in das lebende Grab.

Skelettbildungen sind bei Heliozoen sehr verbreitet. Im einfachsten Falle bestehen die Skelette aus einer dicken Schleimschicht, die sich auf ihrer Oberfläche durch Fremdkörperchen, Quarzkörnchen usw. zu einer Art von Panzer verstärken kann. Häufig sind diese Skelettelemente vom Tier selbst gebildet, kieselig und liegen radiär oder tangential und sind im ersteren Falle bisweilen am freien Ende gegabelt. In anderen Fällen stellt das Skelett, ähnlich wie bei Radiolarien, eine von großen runden Öffnungen durchbrochene Kapsel dar, wie bei der Gattung Clathrulina *Cienk.* mit der fast einzigen Art der Gittertierchen, Clathrulina elegans *Cienk.* (s. Tafel „Einzeller I", 1, bei S. 34). Dieses ist übrigens mit einem Stiel

festgewachsen, während die meisten freilebend sind, wie das Strahlenkugeltierchen, Actinosphaerium eichhorni *Ehrbg.* (s. Tafel „Einzeller I“, 10, bei S. 34 und „Einzeller II“, 1, bei S. 42), der einzige Vertreter der Gattung Actinosphaerium *Stein*, dessen Leib ohne Strahlen bis 1 mm groß wird, so daß man diese Tiere leicht mit bloßem Auge als blasse große Punkte erkennt. Bei einer grünen Abart des Strahlenkugeltierchens ist das Mark mit symbiotischen Zoochlorellen erfüllt.

Manche Arten bilden auch vorübergehend Kolonien. So trägt das Gittertierchen oft einen oder mehrere Artgenossen auf seiner Schale angesiedelt, und von dem wesentlich kleineren Sonnentierchen, Actinophrys sol *Ehrbg.* (s. Tafel „Einzeller I“, 3, bei S. 34), das wiederum der einzige Vertreter seiner von Ehrenberg aufgestellten Gattung ist, können eine ansehnliche Zahl von Individuen, 10 bis 20, sich vereinigen und gewissermaßen zu einer Masse verschmelzen. Zur Fortpflanzung dürfte eine derartige Vereinigung in keiner Beziehung stehen, denn in der Regel trennen sich die vereinigt gewesenen Sonnentierchen wieder, ohne an ihrem Kern oder sonst an ihrem Leibe die geringste Veränderung zu zeigen.


Gittertierchen, Clathrulina elegans *Cienk.* Vergr. 350:1

Bei der Paarung eines größeren, kernhaltigen Stückes von Actinophrys mit einem kleineren, kernlosen soll das größere gewissermaßen das kleinere auffressen, das aber bei diesem Akte nicht zugrunde geht, denn sein Protoplasma, das in allen Stücken dem des größeren gleicht, wird diesem lebendig einverleibt und bleibt mit ihm lebendig.

Die Heliozoen pflanzen sich durch Teilung fort. Dabei zerfällt ein Individuum entweder nach vorhergegangener Teilung des Kernes in zwei Teile (Teilung im eigentlichen Sinne des Wortes), oder es lösen sich kleinere Stückchen ab (Knospung). Von Clathrulina kennt man eine zweifache Art der Fortpflanzung. Im ersten Falle teilt sich der Weichkörper innerhalb der Gitterkugel in zwei Hälften. Die eine bleibt im Besitz des Gehäuses, die andere drängt sich durch eine der Maschen heraus und verwandelt sich nach Verlauf etwa einer Stunde durch Ausscheidung von Schale und Stiel aus dem nackten Zustande in den der vollkommenen Clathrulina. Gerade bei dieser Art der Vermehrung mag es häufig vorkommen, daß die auswandernde Hälfte sich auf der Mutterhälfte festsetzt. Im anderen Falle gibt der Weichkörper das Material zu einer größeren Anzahl, 8—10, von Teilsprößlingen, die sich innerhalb der Gitterkugel je mit einer harten Hülle

umgeben, dann aus dieser ausschlüpfen und die Gitterkugel verlassen. Sie sind mit zwei Geißeln oder Wimperorganen versehen, doch dauert dieses Schwärmstadium, das auch an Fortpflanzungserscheinungen gewisser Amöben erinnert, nicht lange.

Im Herbst ziehen die Heliozoen ihre Pseudopodien ein, umgeben sich mit einer Gallert- oder Kieselsäurekapsel, und ihr Inhalt zerfällt dann manchmal in eine Anzahl Teilstücke, die je einen Kern enthalten und auch eine zarte Hülle besitzen. Im Frühjahr wird die Kapsel gesprengt und die junge Brut schwärmt aus.

Die Sonnentierchen bewohnen süßes, die wenigsten salziges Wasser und ziehen klares dem trüben und unreinen vor. Am sichersten findet man sie in Tümpeln der Laubwaldungen, deren Boden mit alten Blättern bedeckt ist, oder in Lachen der Torfgruben. Sie fressen, was ihnen Genießbares vorkommt und was sie bewältigen können, von den kleinsten Schwärmsporen bis zum Rädertiere.

Dritte Ordnung:

Strahlentierchen (Radiolaria).

An die Sonnentierchen schließen sich in mancher Hinsicht die durch die Schönheit und Zierlichkeit ihrer Skelette berühmten, ausschließlich meerbewohnenden Strahlentierchen oder Radiolarien (Radiolaria) an. Die Übereinstimmungen liegen in der meist kugeligen Gestalt des Leibes, der Sonderung des Plasmas in eine Innen- und Außenmasse, der Länge, strahlenartigen Anordnung und fadenförmigen Gestalt der gleichfalls durch verhältnismäßig feste Achsenstäbe gestützten Scheinfüßchen, und endlich im Auftreten von Hartgebilden aus Kieselsäure, Kiesel oder amorphem Quarz, jener allbekannten mineralischen Substanz, die wir schon bei den Sonnentierchen gelegentlich feststellten, und die nun bei den Radiolarien durchaus in der Regel die stäbigen Skelette bildet und nur bei wenigen durch eine harte organische Substanz, gelegentlich auch einmal durch Schwerspat ersetzt ist. Völlig skelettlose Strahlentiere sind gleichfalls eine große Ausnahme.

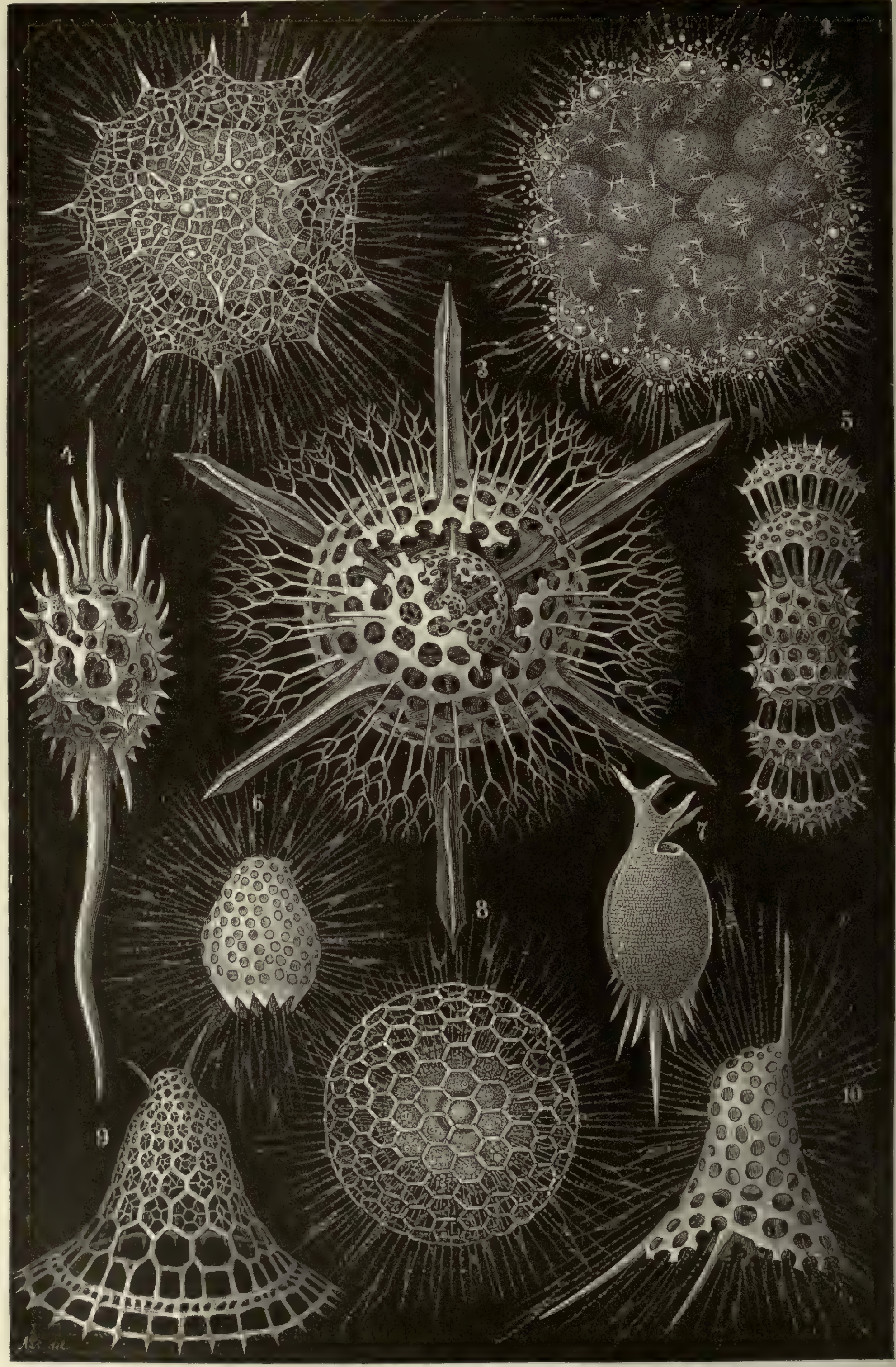
Das durchgreifendste unterscheidende Merkmal der Radiolarien gegenüber den Heliozoen ist die Zentralkapsel: eine derbe Membran trennt die stets verhältnismäßig kleine Innenmasse des Plasmas von der Außenmasse und umschließt somit auch den oder die Zellkerne, nicht ohne vermöge ihrer feinen Poren eine Verbindung zwischen der intrakapsulären und der extrakapsulären Sarkode zu gestatten. Ferner ist der Radiolarienleib auch außen wohl stets von einer feinen Zellhaut umgeben, und aus ihr treten nur die, übrigens nicht zahlreichen, fädigen Pseudopodien heraus, die häufig miteinander teilweise verschmelzen.

Wie bei anderen Protozoen, so sind auch bei den Radiolarien im Plasma Öltröpfchen und allerlei ähnliche Einschlüsse, Kristalle, organische Kristalloide und dergleichen, vor allem mit wasserheller Flüssigkeit gefüllte Blasen (Vakuolen) vorhanden; insbesondere die letzteren nehmen, oft dicht aneinanderliegend, die äußere, unter der Oberfläche gelegene Schicht ein. Die echten Kristalle, die freilich selten sind, liegen im Zentralkörper, sind himmelblau und bestehen aus schwefelsaurem Strontium oder Zölestin, eine in der ganzen Tierwelt einzig dastehende Tatsache. Sehr häufig sind ferner in dem Protoplasma der Radiolarien eigentümliche gelbe Körper, die man früher für Bestandteile dieses Tieres hielt und gelbe Zellen nannte; in Wahrheit sind es wiederum nichts anderes als symbiotische Algen (Zooxanthellen), wie uns solche schon mehrfach begegneten. Man wird es verstehen, daß an den

Einzeller I.



Clathrulina elegans *Cienk.* (zu S. 32). 2. Amoeba proteus *Pall.* (zu S. 18). 3. Actinophrys sol *Ehrbg.* (zu S. 33). 4. Chilodon cullulus *Ehrbg.* (zu S. 60). 5. Lionutus anser *Ehrbg.* (zu S. 61). 6. Paramaecium caudatum *Ehrbg.* in Konjugation (zu S. 59). Didinium nasutum *Stein,* Paramaecium verſchlingend (zu S. 61). 8. Stentor roeseli *Ehrbg.* (zu S. 64). 9. Dendrocometes radoxus *Stein* (zu S. 72). 10. Actinosphaerium eichhorni *Ehrbg.* (zu S. 33). 11. Pelomyxa palustris *Grff.* zu S. 22.)
rgrößerung 150 : 1. Nach Mikrophotographien von H. Geidies-Kassel-Kirchditmold (Fig. 3, 5 und 8) und von E. Reukauf-Weimar (Fig. 1, 2, 4, 6, 7, 9, 10 und 11).



1. Rhizosphaera leptomita *H.* 2. Sphaerozoum ovodimare *H.* 3. Hexacontium drymodes *H.* 4. Lithomespilus flammabundus *H.* 5. Ommatocampe nereis *H.* 6. Carpocanium diadema *H.* 7. Challengeron willemoesii *H.* 8. Cenosphaera inermis *H.* 9. Clathrocyclas ionis *H.* 10. Dictyophimus tripus *H.*

Radiolarien neben der Schönheit der Gestalten auch die Pracht zart schimmernder Farben unser Auge zu ergötzen vermag, was wir freilich auch schon beim Studium der Kleinwelt unserer Binnengewässer oft genug erleben.

Jedes Radiolar ist in der Jugend einkernig, vor der durch Schwärmerbildung erfolgenden Fortpflanzung vielkernig; im letzteren Falle zählen die dann sehr kleinen Kerne nach Hunderten, ein Zustand, der längere oder kürzere Zeit anhält, bis schließlich der Zentralkapselinhalt in so viel ovale oder nierenförmige, je zwei Geißeln tragende Schwärmer zerfällt, wie Kerne vorhanden waren, und seine Membran durch die tumultuarische Bewegung des vielen neugebildeten Lebens zerplatzt. Die nun ins Freie gelangenden Schwärmer sind oft von zweierlei Größe, Makrosporen und Mikrosporen, die wohl als männliche und weibliche Fortpflanzungszellen erst paarweise verschmelzen müssen, bevor sie zu neuen Radiolarien unter Ablegung ihrer Geißeln heranwachsen können. Außer dieser Fortpflanzungsweise gibt es auch bei den Radiolarien noch die Fortpflanzung durch Zweiteilung, die an dem Kern, falls er gerade in Einzahl vorhanden, und in jedem Falle an der Zentralmasse beginnt und sich auf die Außenmasse fortsetzt. Unterbleibt die Teilung des extrakapsulären Weichkörpers, so kommt es zu einer Art Koloniebildung, indem dann zahlreiche Zentralkapseln in einer gemeinsamen, Pseudopodien aussendenden Gallertmasse liegen.

Die Skelettbildungen der Radiolarien müssen wir noch etwas näher betrachten. „Bald sind es", bemerkt Marshall, „einzelne lose Nadelgebilde, welche sich tangential anordnen, bald treten sie zu höchst zierlichen Gitterkugeln zusammen, welche mit regelmäßigen Stacheln besetzt sind. Gelegentlich stecken mehrere solcher Kugeln konzentrisch ineinander und sind durch Kieselbrücken miteinander verbunden. Ein andermal wieder stoßen wie im Zentrum des ganzen Geschöpfes lange radiäre Strahlen immer in der Zahl 20 zusammen, durchbrechen die Zentralkapsel und das ganze Außenprotoplasma und verbinden sich auf dessen Außenseite durch ein mehr oder weniger regelmäßiges Kieselflechtwerk. Oder aber diese Bildungen nehmen allerlei phantastische Gestalten an, erscheinen als Helme, Körbchen. Laternen, Distelblüten, Reusen, entwickeln sich plattenartig größtenteils in einer Ebene als durchbrochene vier- oder dreiarmige Kreuze, Scheiben, Schalen, Spangen, Sporen und in hunderterlei anderen Gestalten, mit welchen wir nichts vergleichen können, und die ganz eigenartig sind. Aber alle diese Formen sind elegant, oft selbst von entzückender Schönheit, sie enthalten einen großen, noch ganz ungehobenen Schatz reizender Motive, so zahlreich, mannigfach und wunderbar, wie sie keine menschliche Phantasie erdenken kann." In der Tat sollten Haeckels wundervolle „Kunstformen der Natur", in denen allein den Radiolarien acht große Farbentafeln gewidmet sind, an keiner Stätte fehlen, wo Sinn für Schönheit herrscht, Kunst gepflegt wird, oder wo man der unerschöpflichen Natur Motive auch für die Gebilde von Menschenhand abzugewinnen sucht.

Die beigegebene Tafel „Radiolarien" mag von diesem Reichtum an Formen eine schwache Vorstellung geben. Wie zierlich ist das Gitterwerk der Rhizosphaera leptomita *H.* (Fig. 1); Sphaerozoum ovodimare *H.* (Fig. 2) hat zwar nur ein gering entwickeltes, aus Tangentialnadeln bestehendes Skelett, ist aber durch seine eigentümliche Gestalt als Kugelnest, d. h. als koloniebildendes Radiolar, bemerkenswert. An chinesische Elfenbeinarbeiten erinnert Hexacontium drymodes *H.* (Fig. 3) mit seinen drei ineinander steckenden Hohlkugeln. Als Modelle für Schalnadeln könnten Lithomespilus flammabundus *H.* (Fig. 4) und Ommatocampe nereis *H.* (Fig. 5) dienen. An zierliche Glöckchen und Körbchen erinnern Carpocanium diadema *H.* (Fig. 6), Clathrocyclas ionis *H.* (Fig. 9) und

Dictyophimus tripus *H.* (Fig. 10). Eine echte Tiefseeform ist Challengeron willemoesii *H.* (Fig. 7), und Cenosphaera inermis *H.* (Fig. 8) zeichnet sich durch ihr überaus zierliches, regelmäßiges Gitterskelett aus.

Aber nicht nur durch ihre Schönheit fesseln uns diese Skelette, sondern auch durch ihre eigenartige Entwickelung und die vollendete Zweckmäßigkeit ihres Aufbaues. Zwar klang es ganz einleuchtend, wenn einst gesagt wurde, diesen Skeletten liegen ähnlich einfache Bildungsgesetze zugrunde wie den unbelebten, starren Kristallen, oder wenn man glaubhaft machen wollte, die Vierstrahler, ein öfters wiederkehrendes Element in den Kieselskeletten, könnten auf einfachste Weise als Abscheidungsprodukte in der jeweils gemeinsamen Ecke von vier durch Druck aneinandergepreßten Blasen entstehen. Ihr Werdegang ist aber viel verwickelter; fand doch Valentin Haecker, daß als erste Grundlage der Kieselnadeln im Plasma des Radiolars äußerst dünne Primitivnadeln entstehen (die, wie schon Immermann zeigte, gelegentlich durch gefressene Diatomeengehäuse oder Nadeln anderer Radiolarien vertreten werden können), daß dann zwischen der Primitivnadel und der sie erzeugenden Plasmaschicht eine gallertige Alveole aufquillt, daß diese an ihrer Außenseite drittens eine umhüllende Haut und die Stacheln auf diesem noch ganz weichen Stadium durch Sprossung ihre Verzweigungen und komplizierten Formen erhalten, bis viertens entweder bloß die Hüllhaut oder die ganze Stabmasse hart verkieselt. Im fertigen Aufbau der Skelette aber lehrte uns Haecker in zahlreichen Fällen die Grundgesetze der Ingenieurmechanik verwirklicht erkennen, und zwar oft mit geradezu überraschender Augenfälligkeit. Niemals ragen ja, wie einst Haeckel annahm, die oft armleuchterartig verzweigten Skelettstrahlen aus der Sarkode frei heraus, sondern immer stützen und tragen sie wie Zeltstäbe die häutige Umhüllung des Radiolarenkörpers und sind dabei auf fachwerkähnliche oder, noch besser gesagt, gewehrpyramidenartige Stäbestrukturen gestützt, so daß sich alles ineinander stemmt und das Ganze große Festigkeit gegen Angriffe von außen bekommt. Solche Gebilde und nicht minder die ungemein komplizierten Schalenschlösser einiger gleich den Muscheln zweischaliger Radiolarien lassen uns nicht mehr bezweifeln, daß wir bei der Suche nach einfachen physikochemischen Entstehungsursachen in diesem Falle auf falschem Wege waren.

Der Strahlentierchen gibt es sehr viele Arten, man hat weit über 4000 beschrieben. Ihre systematische Einteilung darf uns diesmal verhältnismäßig wenig kümmern. Erwähnt sei nur, daß man vier Unterordnungen unterscheidet, und daß in der Unterordnung der Schaumstrahltiere (Spumellaria oder Peripylea) sich neben skeletttragenden Formen auch skelettlose, neben einfachen auch koloniebildende zusammenfinden, daß die Acantharia strahlig vom Zentrum ausgehende, zwar harte, aber doch elastisch biegsame Skelettstacheln besitzen, die nicht, wie man früher glaubte, aus organischer Substanz, sondern nach Bütschli aus schwefelsaurem Strontium bestehen, daß helmförmige Skelette bei den Nassellaria (Monopylea) auftreten, während die meist tiefseebewohnenden Phaeodaria oder Tripylea durch grüne und braune Pigmentierung an ihrer Zentralkapsel ausgezeichnet sind.

Die Radiolarien sind, mit einziger Ausnahme der von Vanhoeffen auf der Deutschen Südpolarexpedition bei Kerguelen entdeckten festsitzenden Akantharie Podactinelius sessilis *Schröder*, planktonische, d. h. im Wasser frei schwebende Bewohner des hohen Meeres. In der Ost- und Nordsee gibt es keine; im Mittelmeer sind sie noch nicht zahlreich, doch mit allen vier Unterordnungen vertreten. Die meisten gehören der Tiefsee an, und an ihrem Boden treten denn auch die Radiolarienskelette manchmal in überwiegender Menge auf. So bestehen Ablagerungen auf dem Boden des Stillen Ozeans zwischen 3000 und 8000 m Tiefe

zu 80 Prozent, ja stellenweise ganz aus den Schalen abgestorbener, zu Boden gesunkener Radiolarien, und diese Ablagerung hat hiernach den Namen des Radiolarienschlicks erhalten. Wie wir schon andeuten konnten (S. 9), herrscht dieser ununterbrochene untermeerische Leichenregen, nach Fossilfunden zu urteilen, schon so lange, wie wir vom Leben auf Erden überhaupt Kenntnis haben.

Zweite Klasse:
Geißelträger (Flagellata).

Die **Geißelträger** oder Geißelinfusorien (Flagellata, Mastigophora) sind insofern eine eigenartig zusammengesetzte Gesellschaft, als viele unter ihnen Chlorophyll oder Blattgrün, den grünen Farbstoff der Pflanzen, besitzen, der bei Licht aus Kohlensäure und Wasser Stärke aufbaut. Diese Wesen haben ebensogut pflanzliche wie tierische Natur, während andere Geißeltierchen, die jenen Farbstoff entbehren, unzweideutig Tiere sind. Es besteht kaum irgendwo zwischen größeren Abteilungen des Tierreiches ein so lückenloser Zusammenhang wie hier zwischen Tier- und Pflanzenreich. Und diese Verbindung ist um so bedeutungsvoller, als nicht nur die männlichen Fortpflanzungszellen, die Schwärmsporen, zahlreicher Pflanzen, sondern auch die lebenden Elemente in der Samenflüssigkeit aller Tiere im wesentlichen den Geißelinfusorien völlig gleichen. Lückenloser Zusammenhang ist auch zwischen Geißelträgern und Wurzelfüßern vorhanden, durch die bei Wurzelfüßern als Fortpflanzungszellen erscheinenden geißeltragenden Sporen sowie durch die schon erwähnte Geißelamöbe.

Im allgemeinen gehören die Geißelträger zu den kleineren unter den Einzellern. Sie haben vor allem eine, zwei oder mehrere Geißeln, ferner eine Mundöffnung und sehr oft auch pulsierende Blasen oder Vakuolen. An Bewegungen ist außer einem Schwimmen durch Schlängelbewegung der Geißeln vielen auch eine Gestaltveränderung eigen. Die Geißeln sind nur selten ohne besondere Hilfsmittel zu erkennen, weil sie zu dünn sind. Anders ist es bei Anwendung der Dunkelfeldbeleuchtung oder auch wenn man die Organismen im mikroskopischen Präparat tötet und färbt. Wir unterscheiden vier Ordnungen: die Proflagellaten, Autoflagellaten, Dinoflagellaten und Zystoflagellaten.

Erste Ordnung:
Schlingentierchen (Proflagellata).

Viel größer als bei den Rhizopoden ist bei den Flagellaten die Zahl der parasitischen und der pathogenen Arten, und ganz besonders kommt krankheitserregenden Formen aus der Ordnung der Autoflagellaten hohe Bedeutung zu. Um diese recht verstehen zu können, gedenken wir zunächst der meist nur mit den allerstärksten Mikroskopen auffindbaren **Schlingentierchen** oder **Spirochäten**, die von manchen Forschern zu den Bakterien gestellt werden, während andere sie, wohl mit mehr Recht, trotz des Fehlens echter Geißeln, in mindestens ebenso nahe Beziehungen zu den Flagellaten setzen. Doflein nannte sie in etwa diesem Sinne Proflagellata, erblickt also in ihnen gleichsam Vorfahrenstufen der eigentlichen Geißeltiere.

Ähnlich den Schraubenbakterien oder Spirillen sind die Spirochäten winzige Stäbchen ohne scharf umschriebenen Zellkern, was wir wohl am besten mit Hartmann als eine

Rückbildungserscheinung betrachten können, und zwar sind diese Stäbchen meist noch ausgesprochener als die Spirillen in der Bewegung korkzieherartig gewunden, doch ist der Körper nicht starr wie bei den Spirillen, sondern metabol; sie schwimmen lebhaft, vornehmlich unter rascher Drehung um die gedachte Körperachse. Manche Spirochäten sind der Länge nach von einem fadenförmigen Strange durchzogen, der bei wieder anderen Formen wie eine Leiste am Körper außen entlang zieht. Er wird oft als undulierende Membran bezeichnet und würde, so aufgefaßt, im Verein mit der Metabolie eine Verknüpfung dieser durch Kleinheit und den Mangel eines differenzierten Zellkernes mehr bakterienähnlichen Proflagellaten mit gewissen noch zu besprechenden Autoflagellaten, den Trypanosomen (S. 41), herstellen, für welche die undulierende Membran kennzeichnend ist. Mitunter ragt der Strang sogar wie eine Art Geißel vorn oder hinten aus dem stäbchenförmigen Körper hervor, und selbst echte Geißeln hat man bei Spirochäten neben jenen Fadensträngen beobachtet. Die Länge der Spirochäten beträgt oft weniger als $^1/_{100}$ mm oder wenig mehr. Die Ernährung ist rein osmotisch, durch Saftströmung. Die Vermehrung erfolgt durch Längsteilung oder Querteilung.

„Spirochäten", schreibt Doflein, „sind seit langer Zeit in größerer Zahl bekannt. Man findet sie in fauligem Süß- und Seewasser, in Sumpf- und Moorgräben, Jauchegruben, im Darm und in den Schleimhautsekreten gesunder Tiere sowie in ulzerierenden Wunden und Geschwüren, im Blut und in fast allen Geweben bei gewissen Krankheiten des Menschen und der Tiere." Der Typus der schon von Ehrenberg aufgestellten Gattung Spirochaeta *Ehrbg.* ist die verhältnismäßig große, in schwefelwasserstoffhaltigem Süßwasser, so z. B. zwischen faulenden Algen, nicht seltene Süßwasserspirochäte, das Wurmförmige Schlingentierchen Ehrenbergs, Spirochaeta plicatilis *Ehrbg.*, ein im Durchschnitt etwa nahezu $^1/_{10}$, aber noch bis ½ mm langes Fädchen von doppelter Spiralkrümmung, indem den zahlreichen gröberen Körperwindungen kleine, sehr regelmäßige Körperwindungen superponiert sind. Eine im Meere lebende Abart wird als Sp. plicatilis marina *Zuelzer*, eine ähnliche, im Brackwasser gefundene als Sp. gigantea *Warming*, eine vierte und letzte, besonders kleine endlich als Sp. stenostrepta *Zuelzer* beschrieben.

Die pathogenen Spirochaeta-Arten kann man als die Untergattung Treponema *Schaudinn* zusammenfassen. Wir erwähnen nur einige: noch nicht eigentlich pathogen ist die Zahnspirochäte, Treponema dentium *Koch* (Spirochaeta), die fast regelmäßig in der Mundhöhle, und zwar im Zahnbelag der Zahnwurzelregionen, besonders bei Zahnstein, lebt; sie ist eine sehr kleine und feine Spirochäte von 0,004—0,012 mm Länge und weniger als 0,0005 mm Dicke. Die Spirochäte des europäischen Rückfallfiebers, Treponema recurrentis *Lebert* (Spirochaeta obermeieri), ist $^1/_{50}$ mm lang und hat nur 3—6 Windungen. Sie erzeugt das in Südeuropa vorkommende Rückfallfieber, das ähnlich wie die Malaria in periodischen Fieberanfällen besteht, jedoch mit starker Milzanschwellung, eigentümlichen Knochenschmerzen und anderen Erscheinungen verbunden ist und, bei selten tödlichem Ausgang, meist schnell vorübergeht. T. recurrentis lebt im Blute des Erkrankten, wo die Spirochäten zur Zeit der Fieberanfälle sich besonders lebhaft bewegen, in seiner Milz und im Knochenmark. Von Mensch zu Mensch wird sie besonders in unsauberen Herbergen durch blutsaugende Insekten übertragen, mögen dies nun — das ist noch unsicher — die Wanze Cimex lectularius, die Zecke Argas persicus, die Kleiderlaus Pediculus vestimenti oder mehrere dieser Arten sein. Sehr ähnliche Erscheinungen ruft die Spirochäte des afrikanischen Rückfallfiebers oder Zeckenfiebers, Treponema duttoni *Novy et Knapp*

(Spirochaeta), hervor, an der in Zentralafrika jeder Einwohner einmal in seinem Leben erkranken soll. Ihre Unterschiede von der vorigen Art sind hauptsächlich nur physiologische, und zwar die Übertragung durch die schmerzhaft stechende Zecke Ornithovorus moubata und die Übertragbarkeit außer auf Affen — was auch bei T. recurrentis gelingt — auf manche Nagetiere. Auch gibt es ein amerikanisches, ein indisches und ein südchinesisches Rückfallfieber. Die Syphilisspirochäte oder Luesspirochäte, Treponema pallidum *Schaud.* (Spirochaeta), ist über die ganze Erde verbreitet. Sie wurde wegen ihrer Zartheit (0,006 bis 0,015 mm lang, höchstens 0,00025 mm dick) und Blässe sowie der Schwierigkeit, sie zu färben, lange übersehen und erst 1905 von Schaudinn entdeckt. Sie hat viele, besonders steile Windungen und an jedem Pol einen feineren Geißelfaden. Die Körperform ist ziemlich starr, die Windungen bleiben auch während der Ruhe bestehen; oft verharrt diese Spirochäte mit eigentümlich zitternden Bewegungen an einem Orte. Die Syphilisspirochäte überschwemmt den ganzen Organismus der von ihr befallenen Menschen oder Affen und ist daher sehr schwer zu bekämpfen. Die Übertragung erfolgt lediglich von Blut zu Blut, also durch Verletzungen der Haut, die jedoch unsichtbar klein sein können. Treponema pertenue *Castellan* (Spirochaeta) ist die Spirochäte der Framböfie, einer gefürchteten Tropenkrankheit.

Syphilisspirochäte, Treponema pallidum *Schaud.* (Spirochaeta). Vergrößer. 1000:1. Aus Doflein, „Lehrbuch der Protozoenkunde".

Auch bei Gänsen, Hühnern usw. vorkommende Spirochätenkrankheiten sind bekannt, spielen jedoch eine geringere Rolle als bei Säugetieren.

Die mikroskopische Untersuchung namentlich der kleineren Spirochätenarten ist nur möglich bei Anwendung der stärksten Mikroskopsysteme und der Methode der Dunkelfeldbeleuchtung. Am ehesten bekommt man in belehrenden Ausstellungen und dergleichen einmal die Syphilisspirochäte zu sehen.

Beobachtungen am Rückfallfieber lassen erkennen, daß nach Überstehen eines Anfalles zeitweilig eine gewisse Immunität erworben wird. Es ist daher auch bis zu einem gewissen Grade gelungen, gegen Spirochäten zu impfen, d. h. gesunde Tiere durch Serum eines geheilten zu immunisieren. Bei Hühnerspirochätose fand man in dem bei Trypanosomenkrankheiten bewährten Atoxyl, beim afrikanischen Rückfallfieber in Benzidinfarbstoffen und bei Syphilis und Framböfie vor allem in Ehrlichs Salvarsan wirksame Gegenmittel.

Zweite Ordnung:

Nackte Geißelträger (Autoflagellata).

Die Autoflagellaten, verdeutscht etwa „Einfache Geißelträger", oder, um den Gegensatz zu den Panzergeißlern hervorzuheben, Nackte Geißelträger, haben großenteils mehr oder weniger ovale, manchmal auch kugelige oder spindelähnliche Gestalt; meist am vorderen Ende sitzen die Geißeln, gewöhnlich eine oder zwei an der Zahl, doch kann ihre Zahl auch größer sein und ihre Einfügungsstelle eine andere. Am Vorderende liegt ferner oftmals ein Pigmentfleck, dessen sehr unsichere Deutung uns schon beschäftigte. Die Körperoberfläche kann nackt und amöboid beweglich sein, wie bei der schon erwähnten Geißelamöbe, Mastigamoeba aspera *F. E. Sch.* (Abb. S. 40), häufiger wird sie aber von einem Häutchen (Cuticula, Pellicula), manchmal geradezu von einem Gehäuse gebildet. Auf diesen gallertigen Körperhüllen beruht der Gestaltenreichtum der Flagellaten, der freilich längst

nicht an den der Radiolarien oder Foraminiferen herankommt. Mehr Aufmerksamkeit als bei den Radiolarien werden wir bei den Flagellaten der gelegentlichen Koloniebildung schenken. Im Süßwasser wie im Meere sind Flagellaten zahlreich als Planktonwesen vertreten. Doch mag es genügen, hier einige wichtige Autoflagellaten des Süßwassers vorzuführen.

Die meisten tierischen, d. h. des Blattgrüns entbehrenden Autoflagellaten fassen wir als Protomonadina zusammen. Der Name besagt soviel wie „Urmonaden", doch wollen wir diese Verdeutschung nicht einführen, da sie nur mit größter Vorsicht zu gebrauchen wäre. Unter ihnen gibt es amöboid bewegliche Geißeltierchen, die wir zur Flagellatenfamilie der Wurzelgeißler (Rhizomastigidae) zusammenfassen können, z. B. die Gattungen Geißelamöbe (Mastigamoeba *F. E. Sch.*) und Zweigeißelamöbe (Dimastigamoeba *Blchm.*). Bei den Zweigeißelamöben ist die eine Geißel nach vorn gerichtet, die andere wird als Schleppgeißel nach hinten getragen. Die Scheinfüßchen (Pseudopodien) werden beim freien Schwimmen der Tiere meist eingezogen. Das gleichfalls zweigeißelige Zweigestaltige Geißeltierchen, Dimorpha mutans *Grbr.*, ist unter den Wurzelgeißlern sozusagen ein geißeltragendes Sonnentierchen durch seine stabförmigen, von Achsenfäden gestützten Pseudopodien, die wiederum bei der Schwimmbewegung bis zur Kugelgestalt des Körpers eingezogen werden. Massenhaft schwimmen in faulendem Wasser die sehr kleinen Arten der besonders einfach beschaffenen Monaden (Monas *Ehrbg.*, verdeutscht etwa „Einheit"), z. B. Monas vivipara *Ehrbg.* (s. Tafel „Einzeller II", 4, bei S. 42), kugelige bis eiförmige Wesen mit einer Hauptgeißel und einer oder zwei gleichfalls vorn entspringenden Nebengeißeln, oft mit Augenflecken. Schwache Pseudopodienbildung erfolgt namentlich am Hinterende, das sich auch zur Bildung eines Stieles verschmälern kann, mit dem dann die sonst frei schwimmenden Tiere sich zeitweise festsetzen.



Geißelamöbe, Mastigamoeba aspera *F. E. Sch.* Vergrößerung 120 : 1. Nach F. E. Schulze.

Eine vordere Geißel und eine hintere oder Schleppgeißel kennzeichnet bei zwar sehr beweglichem, aber wenig amöboid veränderlichem Plasma die Arten der Gattung Schwanzmonade (Bodo *Ehrbg.*), und die Hüpfende Schwanzmonade, B. saltans *Ehrbg.*, ist oft mit der Schleppgeißel an faulenden Pflanzenteilen festgeheftet und führt dann schnellende Bewegungen aus. In der Gattung Bodo gibt es mehrere Parasiten, z. B. den häufigen Bodo lacertae *Grassi* aus der Kloake unserer Eidechsenarten.

Wichtiger als er oder ein beim Menschen einmal gefundener Bodo urinarius *Künstl.* sind für die Parasitenkunde schon die Trypanoplasmen der Süßwasserfische (Gattung Trypanoplasma *Lav. et Mesn.*), längliche, gewöhnlich etwas sichelförmige Protomonadinen mit meist vorn breiterem, hinten zugespitztem Körper. Am Vorderende entspringt an einem großen, stark färbbaren, „Blepharoplast" genannten Körper eine nach vorn ragende Geißel und ein zweiter Faden, der dem Körper entlang nach hinten zieht, mit ihm in seiner ganzen Länge durch eine undulierende Membran verbunden ist und sich meist in eine lange freie Schleppgeißel fortsetzt. Ein Trypanoplasma borreli *Lav. et Mesn.*, aus dem Blute karpfenartiger Fische, wird namentlich durch den Fischegel, Piscicola geometra, übertragen,

andere Arten leben in denselben und anderen Fischen — so z. B. Trypanoplasma cyprini *Plehn* —, auch in Fröschen und anderen Tieren. Trypanoplasmen sind es, nach Hofer, wahrscheinlich, die die Schlafsucht der Karpfen hervorrufen.

Viel größeres Interesse knüpft sich an die Trypanosomen (Familie Trypanosomidae), die Blutflagellaten im gewöhnlichen Sinne. Bei ausgesuchter Kleinheit, ähnlich den vorerwähnten Arten, sind die Trypanosomen gut gekennzeichnet als meist abgeplattete, langgestreckt spindelförmige Flagellaten, die stets eine an der einen Längsseite verlaufende undulierende Membran besitzen, deren verdickter Randsaum sich gewöhnlich an einem Ende des Körpers in eine Geißel fortsetzt. Stets sind zwei Kerne vorhanden, der Hauptkern und der Geißelkern oder Blepharoplast. Letzterer ist klein, besonders dicht gefügt, ist mit dem Hauptkern durch einen feinen Faden verbunden und hat neben sich ein kleines Körnchen liegen, Basalkorn genannt, in dessen unmittelbarer Nähe der verdickte Rand der undulierenden Membran, die Saumgeißel, entspringt. Durch den Geißelschlag und das Wogen der undulierenden Membran bewegen sich die Trypanosomen vorwärts. Mitunter bilden sie Rattenkönige, Agglomerationen. Sie vermehren sich durch Längsteilung, der eine Teilung der beiden Kerne vorangeht.



Trypanoplasma cyprini *Plehn*, mit sichtbar gemachtem Blepharoplast und Zellkern. Vergrößerung 1000 : 1. Aus Doflein, „Lehrbuch der Protozoenkunde", nach einem Präparat von Marianne Plehn.

Als Typus der Gattung Trypanosoma *Gruby* gilt das 1843 entdeckte Froschtrypanosoma, Trypanosoma rotatorium *Mayer* (sanguinis), eine Art mit besonders breitem Körper, breiter undulierender Membran und deutlicher, aber wohl nur scheinbar auf Muskelfädchen beruhender Längsstreifung. Es lebt zusammen mit anderen Arten im Blut unserer Wasser-, Gras- und Laubfrösche und wird vielleicht durch Blutegel von Frosch zu Frosch übertragen. Auch im Blut von Fischen und einmal bei einem Fuchs sind Trypanosomen gefunden worden.

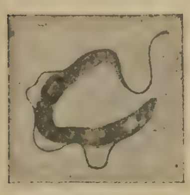
Ihre stärkste Verbreitung haben aber die Blutflagellaten in den Tropen als Krankheitserreger bei frei lebenden Wirbeltieren, bei Haustieren und dem Menschen. Die erste Entdeckung eines pathogenen Säugetier-Trypanosomas ist die des Trypanosoma evansi, des Erregers der Surrakrankheit, durch den englischen Arzt Evans im Jahre 1880. Von da an schwillt die Literatur ständig an. Es folgten die Entdeckungen anderer Erreger und 1902 und 1903 die Entdeckung des Erregers der seit Anfang des 19. Jahrhunderts bekannten Schlafkrankheit der Neger durch Dutton und Castellani.

Die Trypanosomen vergiften das Blut und verstopfen die feineren Blutgefäße ihrer Opfer und rufen intermittierende Fieber, Schlafsucht, Ödeme und anderes mehr hervor. Von Mensch zu Mensch oder von Tier zu Tier werden sie meist durch Insekten übertragen, und zwar sind im tropischen Afrika Stechfliegen der Gattungen Glossina, Stomoxys u. a. die wichtigsten Verbreiter dieser Seuchen.

Die wichtigste Trypanosomenart ist zweifellos das Trypanosoma der Schlafkrankheit, Trypanosoma gambiense *Dutton* (Abb. S. 42). Die unheilbare Schlafkrankheit,

durch deren Erforschung und Bekämpfung vor allem Robert Koch seinen Namen unsterblich gemacht hat, ist im tropischen Afrika weitverbreitet, befällt z. B. in Gambia 6 Prozent, am Kongo, wo schon ganze Dörfer durch sie ausgestorben sein sollen, im Mittel 46 Prozent, in gewissen Gegenden sogar 50—75 Prozent der Eingeborenen, während Europäer mehr von ihr verschont bleiben. Sie besteht in Schlafsucht, oft wochenlangem Schlafzustand mit nur vorübergehendem, später ausbleibendem Erwachen zur Aufnahme der Nahrung usw. und führt somit zu starker Abzehrung und schließlich zum Tode. Es kann freilich auch der Schlafkrankheitserreger einen ganz anderen Symptomenkomplex, nämlich das Trypanosomenfieber, hervorrufen, das oft erst nach Jahren zum Tode führt, aber auch in Schlafkrankheit übergehen kann.

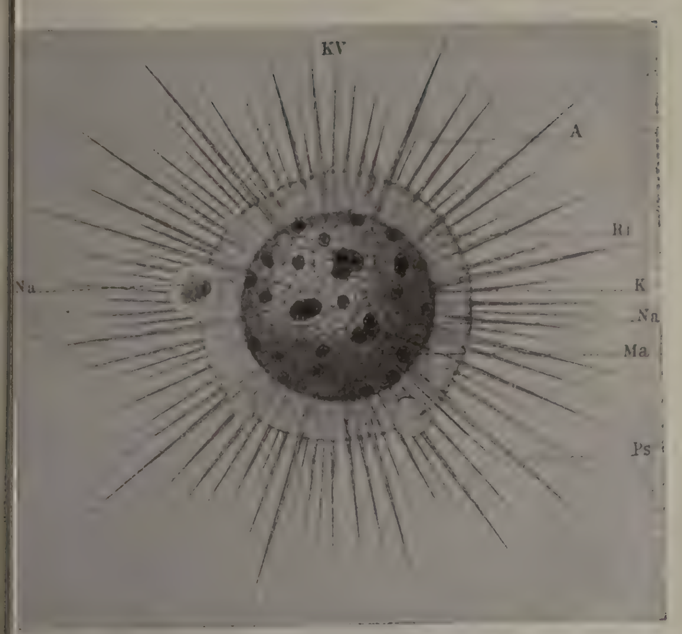
Übertragen wird der Schlafkrankheitserreger in vereinzelten Fällen wohl durch intimes Zusammenleben der Menschen, hauptsächlich aber durch die Stechfliege Glossina palpalis. Auf dieser Kenntnis beruht die Möglichkeit, durch vorbeugende Maßnahmen das Verbreitungsgebiet der Schlafkrankheit stellenweise einzudämmen. Dennoch ist diese Völkerplage im ganzen in zunehmender Verbreitung begriffen, indem sie den Karawanen- und Handelsstraßen folgt und so z. B. vom Kongogebiet zum Gebiet der großen Seen gelangte. „Es sind im letzten Jahrzehnt", schreibt Doflein 1911, „sicherlich mehrere hunderttausend Menschen an ihr zugrunde gegangen; in der Provinz Busoga am Viktoriasee in Britisch-Ostafrika starben 1902 bis 1905 an Schlafkrankheit 30000 Menschen."



Trypanosoma der Schlafkrankheit, Trypanosoma gambiense *Dutton*, mit sichtbar gemachtem Blepharoplast und Zellkern. Vergrößerung 1000:1. Aus F. Doflein, „Lehrbuch der Protozoenkunde".

Sehr ähnlich dem Schlafkrankheitserreger, unter anderem durch den in der Mitte des Leibes gelegenen Zellkern, ist das am Hinterende verhältnismäßig abgestumpfte Trypanosoma brucei *Plimmer et Bradford*, der Erreger der Nagana oder Tsetsekrankheit der Huftiere — nach der Tsetsefliege, Glossina morsitans, benannt — in ganz Afrika südlich der Sahara. Fieber, Milzschwellung, darauffolgende Blutleere und allmählicher Verfall des ganzen Organismus sind die Hauptmerkmale dieser vom Großwild, z. B. wandernden Antilopenherden, Büffeln usw., durch Glossinen auf Haustiere übergehenden und bei ihnen meist zu raschem Sterben führenden Seuche, die jährlich Unmengen von Tieren zugrunde richtet, namentlich in Süd- und Südostafrika den ganzen Viehbestand mancher Gegend ausgerottet hat und somit große Gebiete durch ihr endemisches Vorkommen der Kolonisation verschließt. Mit der Erforschung dieser Krankheit und ihres Erregers ist gleichfalls der Name Robert Koch für alle Zeiten verknüpft. Die Krankheit schwindet aus einer Gegend, wenn das Wild aus ihr fortwandert. Die schon genannte Surra, deren Erreger Trypanosoma evansi *Steel* genannt wird, vertritt die Nagana in Asien, ist namentlich in Indien, den Sundainseln (besonders Java) und auf den Philippinen verbreitet, auch in verschiedene englische Kolonien verschleppt; sie befällt unter anderem Pferde, Kamele, Elefanten und Büffel „und machte sich der indischen Regierung dadurch bekannt, daß sie bei Transporten und Feldzügen Hunderte von Pferden und Maultieren tötete, so im Jahre 1800 300 Pferde bei einem einzigen Regiment. Sie ist nach Mauritius und wahrscheinlich auch nach Ostafrika mit Tiertransporten verschleppt worden."

Noch vieles wäre über krankheitserregende Trypanosomen zu sagen, doch zwingt uns die Raumfrage zur Kürze, und so schreiten wir jetzt zu anmutigen frei lebenden Geißeltierchengattungen fort.



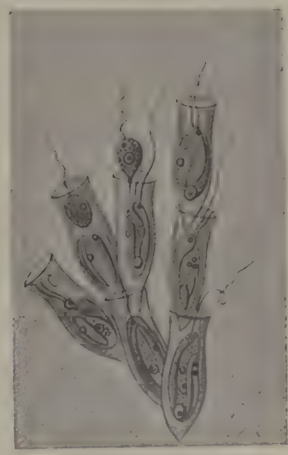
1. Actinosphaerium eichhorni *Ehrbg.* (Zu S. 33.)

Ri Rindensubstanz = Ektoplasma.
Ma Marksubstanz = Entoplasma.
Ps Pseudopodien.
K Kerne.
Na Nahrungsvakuole.
KV Kontraktile Vakuole.
A Achsenfaden im Pseudopodium.

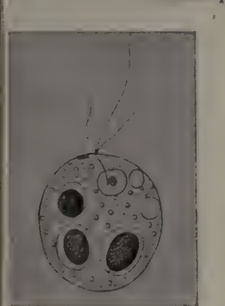
Vergr. 440 : 1.



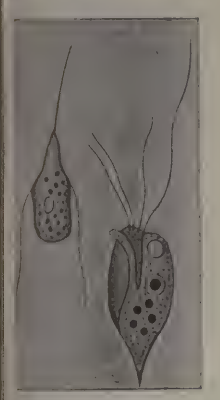
2. Hexamitus inflatus *Duj.* (Zu S. 43.)



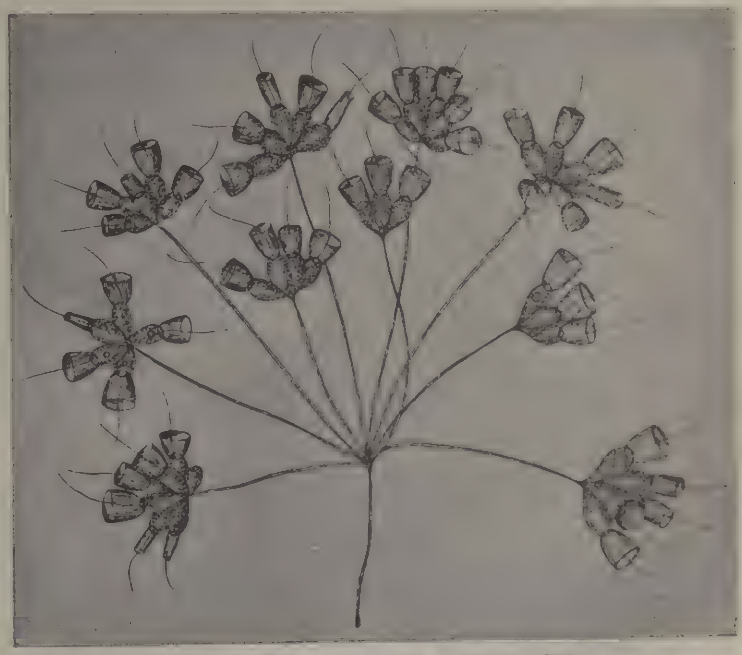
3. Dinobryon sertularia *Ehrbg.* (Zu S. 45.)



4. Monas vivipara *Ehrbg.* Vergr. 650 : 1. (Zu S. 40.)

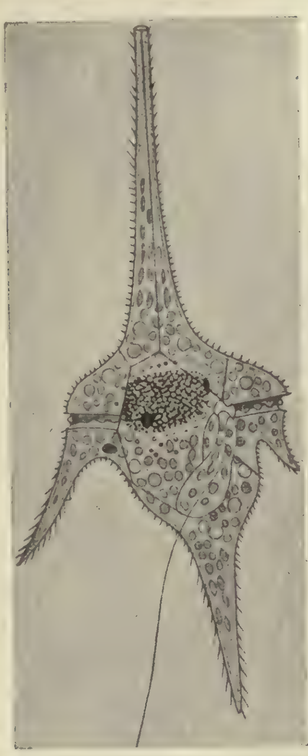


5. Links: Dallingeria drysdali *Kent.* Vergr. 1000 : 1; rechts: Tetramitus rostratus *Perty.* Vergr. 500 : 1. (Zu S. 43.)

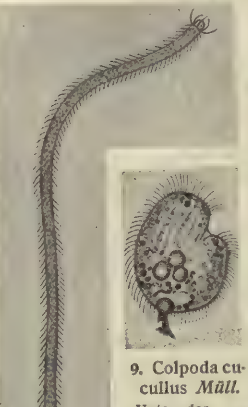


6. Kolonie von Codonocladium umbellatum *Stein.* Nach Stein. Vergr. 300 : 1. (Zu S. 43.)

Abb. 2—5 aus Blochmann, Die mikroskopische Tierwelt des Süßwassers, Abb. 1 und 6 aus Doflein, Lehrbuch der Protozoenkunde.

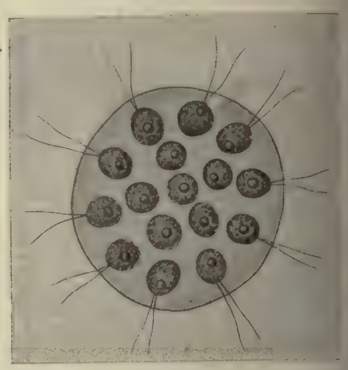


7. Ceratium hirundinella *O. F. Müll.*
Vergr. 175 : 1. (Zu S. 48.)

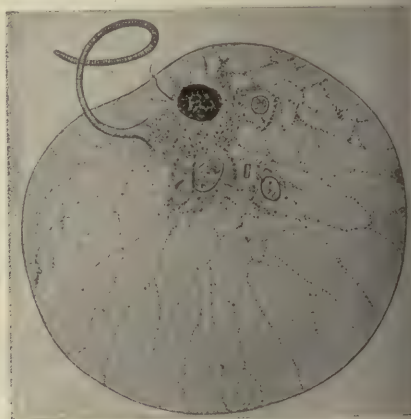


8. Lacrymaria olor *O. F. Müll.*
Vergr. 225 : 1.
(Zu S. 62.)

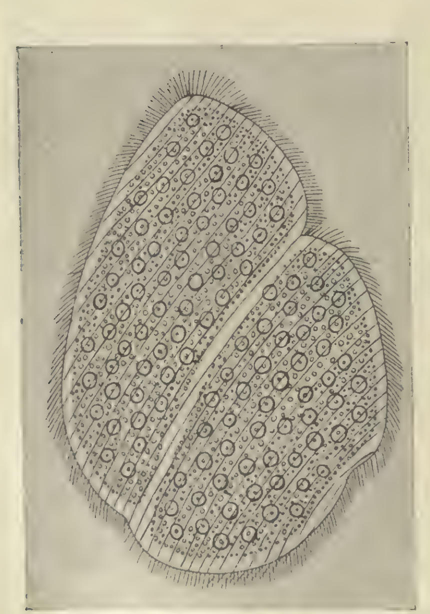
9. Colpoda cucullus *Müll.*
Unten der After.
Vergr. 300 : 1.
(Zu S. 60.)



10. Eudorina elegans *Ehrbg.*
Vergr. 220 : 1. (Zu S. 46.)



11. Noctiluca miliaris *Sur.* Vergr. 75 : 1. (Zu S. 49.)



12. Opalina ranarum *Stein,* in Teilung.
Vergr. ca. 435 : 1. (Zu S. 63.)



13. Ceratium tripos *Ehrbg.*
Vergr. 200 : 1. (Zu S. 48.)



14. Bursaria truncatella *O. F. Müll.* Vergr. ca. 20 : 1. (Zu S. 63.)



15. Dileptus cygnus *Clap. et Lachm.*
Vergr. 240 : 1. (Zu S. 61.)

Abb. 7, 9 und 12 aus Doflein, Lehrbuch der Protozoenkunde, 8 aus Verworn, Allgemeine Physiologie, 10 und 15 aus Mez, Mikroskopische Wasseranalyse, 11 aus Steuer, Planktonkunde, 13 aus Claus-Grobben, Lehrbuch der Zoologie, 14 aus Blochmann, Die mikroskopische Tierwelt des Süßwassers.

Bei den Kragengeißlern (Choanoflagellata) erhebt sich im Umkreis der Geißel ein trichter- oder kragenähnlicher Aufsatz, wodurch diese Tiere aussehen wie die Geißelzellen eines Schwammtieres. Dieses Organ erleichtert das Herbeistrudeln der Nahrung und ist diesen Tieren wohl als Ersatz für einen gewissen Ausfall an Beweglichkeit mitgegeben. Denn es handelt sich oftmals um zwar einzeln lebende, aber mit ihrem Hinterende oder gar mit einem eigens ausgebildeten Stiele festsitzende Monaden, z. B. bei der Gattung Monosiga *Kent*, ein andres Mal, bei Codosiga botrytis *Ehrbg.*, sitzen bis 20 oder mehr solcher Kragenmonaden, zu einer kugeligen Kolonie vereinigt, jede mit besonderem kleinen Stiel auf dem Ende eines langen, auf festen Gegenständen stehenden Stieles wie die geflügelten Samen auf dem Stiel der Löwenzahnblume; und nahezu den Doldenpflanzen ähnlich wird solch ein mikroskopisches Gewächs dadurch, daß der gemeinsame Stil doldig oder unregelmäßig verzweigt ist, wie bei Codonocladium *Stein*, z. B. C. umbellatum *Stein* (s. Tafel „Einzeller II", 6); wieder in anderen Fällen sind die Monaden durch Vereinigung ihrer kleinen Einzelstiele in einem Zentrum zu einer kugeligen, zwar frei schwimmenden, die Bewegung der Einzelwesen aber immerhin einschränkenden Kolonie zusammengeschlossen, so bei der selteneren Gattung Astrosiga *Kent*. Der Reichtum an Gruppierungen ist damit übrigens nicht erschöpft.

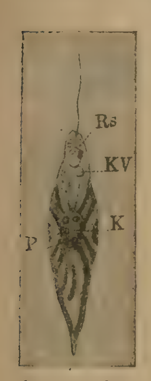
Vielgeißler (Polymastigina) nennt man einzeln lebende, tierische Flagellaten mit drei oder mehr Geißeln, die namentlich dann, wenn ihre Anzahl eine größere, z. B. acht, ist, an verschiedenen Stellen des Körpers eingefügt sind. Es sind unscheinbare Arten, die in faulendem Wasser leben und auch in Heuinfusionen öfter anzutreffen sind, wie die Viergeißler Tetramitus rostratus *Perty* (s. Tafel „Einzeller II", 5) und pyriformis *Klebs*, die dreigeißelige Dallingeria drysdali *Kent* (s. Tafel „Einzeller II", 5), die sich mit den zwei hinteren Geißeln festheftet und schnellende Bewegungen ausführt, der Sechsgeißler Hexamitus inflatus *Duj.* (s. Tafel „Einzeller II", 2) und andere mehr. Viele Arten leben parasitisch im Menschen: die dreigeißelige Trichomonas hominis *Davaine* (intestinalis, Cercomonas), ein kleines, birnförmiges Flagellat aus dem Darm namentlich bei Erkrankten, nebst T. vaginalis *Donné*, meist aus der Scheide; ferner die achtgeißelige, auch an Säugetieren, namentlich Nagetieren, bekannte Lamblia intestinalis *Lambl.* (s. Tafel „Einzeller III", 10, bei S. 68), ein wohl harmloser, aber bei vorhandenen entzündlichen Prozessen sich stärker vermehrender Darmparasit der Nagetiere und Menschen. Sie sieht etwa wie eine winzige Kaulquappe aus, vermag sich auch wie eine Kaulquappe mit dem Vorderende festzusaugen und sich somit an der Darmwandung festzuhalten. Acht Geißeln am Vorderende, an der Bauchseite und am Schwanzende dienen der Bewegung.

In der Kloake unserer Froscharten lebt Trichomonas batrachorum *Perty*. Wichtiger ist die dreigeißelige Costia necatrix *Henneg.* (Tetramitus nitzscheï), die mit ihrem Körper festgesaugt und in großen Mengen mit den Geißeln verankert auf der Haut von Goldfischen, Regenbogenforellen, Forellenjungfischen, Schleien, Karpfen usw. festsitzt und dann meist früher oder später die Tiere zugrunde richtet. Man heilt die Tiere, nach Hofers Angabe, am besten durch ein halbstündiges Bad in 2—2½prozentiger Salzlösung.

Pflanzliche Flagellaten in einem Buche über das Tierleben zu behandeln, könnte dem Uneingeweihten überflüssig erscheinen. Doch nehmen wir diese Organismen, über die auch botanische Werke Aufschluß geben, nicht nur aus alter Gewohnheit auch fürs Tierreich in Anspruch, sondern wegen ihrer vollendeten Tiernatur in Gestalt und Bewegungen und vor allem wegen ihres engen Anschlusses an die vorher beschriebenen Formen. Zudem

ist vielen pflanzliche und tierische Ernährungsweise zugleich eigen, viele bilden auch rhizopodiale, also amöbenähnliche Stadien.

So gibt es pflanzliche und tierische Flagellaten unter den zahlreichen Euglenoidina; das sind einzeln lebende, frei bewegliche, nicht so ganz kleine, meist etwa spindelförmig oder oval gestaltete ein-, selten zweigeißelige Organismen mit meist deutlicher, längs- oder spiralgestreifter Zellhaut und spiraliger Schwimmbewegung. Zur bekanntesten Gattung Augentierchen (Euglena *Ehrbg.*) gehören nur pflanzliche Organismen, denn alle diese spindelförmigen, eingeißeligen Arten haben inmitten ihres Plasmas grünes Chlorophyll und außerdem Paramylumkörner, die aus einer stärkeähnlichen Masse bestehen, als deutlichen Beweis dafür, daß hier wie überall im Pflanzenreiche das Blattgrün den Aufbau nahrhafter Kohlehydrate aus bloßer Kohlensäure und Wasser ermöglicht. Die bekannteste Art, das Grüne Augentierchen, Euglena viridis *Ehrbg.*, ist etwa $^1/_{20}$ mm lang, die nach vorn gerichtete, in einer Einkerbung entspringende Geißel so lang wie der fisch- oder spindelförmige Körper, in dessen Mitte ein sternförmiges grünes Chromatophor aus Chlorophyll auffällt, darin ein als „Pyrenoid" bezeichnetes, leicht färbbares Korn, daneben sowie sonst im Plasma Paramylumkörner. Am Einfügungspunkt der Geißel liegt der rote „Augenfleck" und dicht an ihm ein Vakuolensystem. Es ist recht anziehend, diese hübsch gefärbten Wesen unter dem Mikroskop zu beobachten. Das Pflanzentier schwimmt, Pigmentfleck und Geißel voran, unter steter Rechtsdrehung um seine Längsachse und zugleich in linksgewundener langgezogener Spirallinie. Kommt ihm ein Hindernis in die Quere, stößt es auf im Wasser gelöste Salz- oder Säuremengen oder andere Stoffe, die ihm nicht zuträglich sind, so wird die Vorwärtsbewegung verlangsamt oder gehemmt, das seitliche Umkippen aber, dessen ständige Ausführung zur spiraligen Bahn führte, verstärkt, die Spirale also erweitert und zugleich in einen Kegel zusammengezogen. Dadurch „probiert" — um in der schon oben (S. 13) gewürdigten Ausdrucksweise von „Trial and Error" (Versuch und Irrtum) zu beharren — das Tierchen viel mehr Wassermassen, viel mehr Schwimmrichtungen aus als zuvor und schwimmt schließlich in der Richtung der geringsten Reizung in gewohnter Weise weiter, bis etwa ein neuer Reiz das Spiel der Fluchtreaktion zur Wiederholung bringt. Auch Schatten oder zu starkes Sonnenlicht lösen dieses Verhalten aus und rufen, wenn sie allmählich nahen, nur ganz allmähliche Änderungen der Schwimmrichtung hervor. Solche von Jennings sehr genau beschriebene Versuche lassen sich in gewissem Umfange leicht nachprüfen, und man wird sie nur bestätigen können; jene Bewegungsweise ist charakteristisch, sie kehrt bei zahllosen Einzellern und auch noch bei Rädertieren wieder. Außer zum Schwimmen sind die Euglenen zu einem eigentümlichen Kriechen befähigt: das Hinterende schwillt kugelig an, die Kugel läuft als Welle den Körper entlang bis nach vorn, dann wird das soeben schmächtig gewordene Hinterende eingezogen, nach vorn ein solcher Teil ausgestreckt usw. Dieses Rollen des Körpers auf Kontraktionswellen mag nun freilich oftmals eine Folge von zu geringer Luftzufuhr und Zeichen des baldigen Todes oder der Einkapselung sein.



Grünes Augentierchen, Euglena viridis *Ehrbg.* KV Kontraktile Vakuole, Rs Reservoir, K Kern mitten im sternförmigen Chromatophor, P Paramylumkörner. Vergr. 400 : 1. Aus Blochmann, „Die mikroskopische Tierwelt des Süßwassers".

Unser Grünes Augentierchen beansprucht, wie viele Einzeller, schmutziges oder fauliges Wasser; mindestens ist eine gewisse Stagnation, wie sie in Sümpfen häufig ist, ihm ein Erfordernis. Aber wir brauchen dieses Versuchstier nicht jedesmal aus solchen Örtlichkeiten

zu entnehmen, wo es am massenhaftesten gedeiht; das sind nicht nur kleine Straßengräben, sondern auch Abwässer der Haushaltungen, Düngerjauche, mit Urin getränkter Unrat aller Art; solche Stätten werden oft durch Millionen von Euglenen lebhaft spangrün gefärbt. Eine andere, seltenere Art, das Rote Augentierchen, Euglena sanguinea *Ehrbg.*, ist oft unbeschadet des Gehalts an Blattgrün durch feine Tröpfchen eines anderen Farbstoffes, Hämatochrom, ganz rot gefärbt und kann durch massenhaftes Auftreten Gewässer rot färben. Sie ist eine der Ursachen der Blutseen, kleiner, höchstens 40 m breiter Tümpel in der baumlosen Weidelandregion der Hochalpen. Solche und andere Färbungen können aber auch durch Algenarten hervorgerufen werden.

Bei den Farbmonaden (Chromomonadina) sind die Chromatophoren grüngelb, gelb, grünbraun oder braun, weil sie neben dem Blattgrün noch einen bräunlichen Farbstoff, der jenes verdeckt, enthalten. Eine Geißelamöbe solcher Art ist die Goldamöbe, Chrysamoeba radians *Klebs* (Gattung Chrysamoeba *Klebs*). Synura uvella *Ehrbg.* (Gattung Synura *Ehrbg.*) bildet frei schwimmende, braune, kugelige Kolonien von 80 und mehr Individuen, die zusammen einen Raum von $^1/_{20}$ mm Durchmesser einnehmen. Wie bei den Kragenmonaden gibt es auch bei den Farbmonaden neben Einzellebigen und Kugelkolonien noch pflanzenartig verzweigte Kolonien, so in der Gattung Panzermoos, Wirbelmoos (Dinobryon *Ehrbg.*). Jede der bräunlichen Monaden sitzt hier in einem becherförmigen Gehäuse, jedes Gehäuse mit dem Becherboden im Bechermund seines Muttertieres, aus dem das Tochtertier durch Teilung hervorging. Die Büsche sind freischwimmend und bilden in Dinobryon sertularia *Ehrbg.* (s. Tafel „Einzeller II", 3, bei S. 42) oft einen beträchtlichen Bestandteil des Planktons unserer schönen Binnenseen.

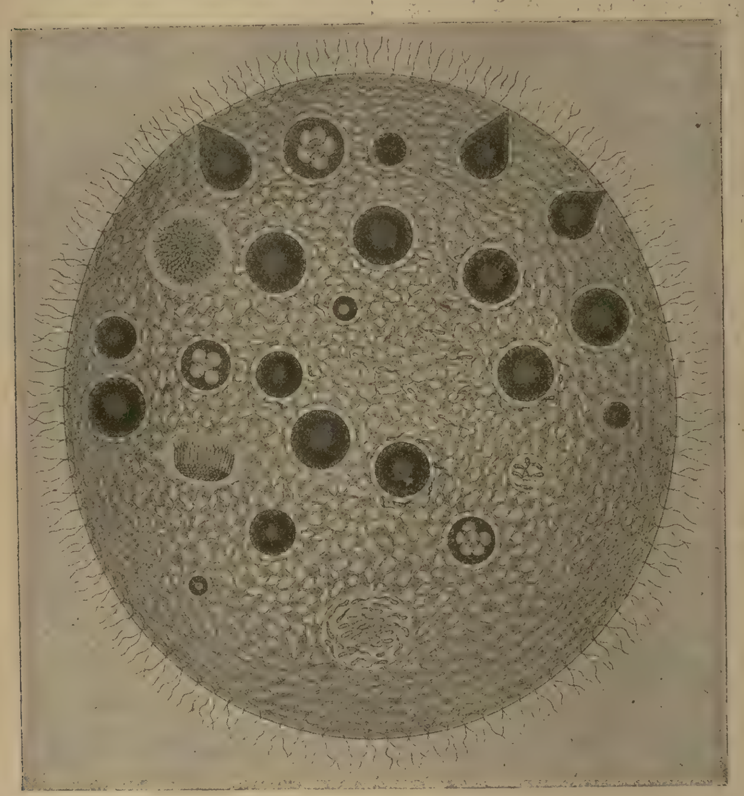
Zu den Chromomonadinen gehört auch die Goldglanzalge, Chromulina rosanoffii *Bütsch.*, die, in Massen still auf der Wasserfläche schwimmend, durch Lichtreflexion die namentlich im deutschen Mittelgebirge manchmal feenhafte Erscheinung des Leuchtwassers hervorruft

Rein grün sind wieder die gewöhnlich recht ansehnlichen Chromatophoren bei den mehr oder weniger kugeligen Grünmonaden (Phytomonadina), die meist zwei Geißeln haben. Die artenreiche Gattung Chlamydomonas *Ehrbg.* bedingt oftmals die Grünfärbung von Pfützen, Wasseransammlungen in Dachrinnen und dergleichen mehr, vor allem die häufigste Art, Chlamydomonas pulvisculus *Ehrbg.* Bei dem als schneefärbend schon oben (S. 6) erwähnten Haematococcus pluvialis *A. Brn.* (Gattung Haematococcus *Agardh*) kann wiederum rotes Hämatochrom das Plasma durchsetzen, so daß dieses Geißelwesen Regenlachen bald grün, bald rot färben kann. Es ist übrigens wieder nicht das einzige schneefärbende Wesen, sondern für den roten Schnee allein gibt es wohl 50 Arten, andere wieder bilden namentlich im Norden den selteneren grünen und blauen Schnee, worüber botanische Werke Auskunft geben.

Zu den Grünmonaden gehören auch die schon oben (S. 31) erwähnten, Kalkkörperchen tragenden Coccolithophoridae im Meere, „lebende Kreideorganismen", unter deren zahlreichen stets zweigeißeligen Arten die verbreitetste, Pontosphaera huxleyi *Lohm.*, in der Ostsee die einzige ist. Den Ozean kann sie stellenweise durch massenhafte Entwickelung milchig trüben.

Eine grüne schwimmende vierzellige Kolonie chlamydomonasähnlicher Individuen ist das scheibenförmige Gonium tetras *A. Brn.*, 16zellig sind Gonium pectorale *Ehrbg.*, das Flimmertäfelchen, und die kugelige Pandorina morum *Ehrbg.*, das Maulbeerchen; öfters

32- als 16zellig und oft über $^1/_{10}$ mm groß wird das Augenkügelchen, Eudorina elegans *Ehrbg.* (s. Tafel „Einzeller II“, 10, bei S. 43). Bei diesen Kolonien umschließt, da infolge der pflanzlichen Ernährungsweise ein aktives Fressen nicht nötig ist, eine gemeinsame Gallerthülle die einzelnen grünen Monaden; diese haben je einen roten Augenfleck und erfüllen bei Pandorina die ganze Kugel, so daß sie sich aneinander abplatten und im Mittelpunkte alle zusammenstoßen, während sie bei Eudorina sich in regelmäßigen Abständen an der Innenseite der Hülle verteilen. Verlieren sie dadurch offenbar untereinander an Zusammenhang, so ist dieser wieder hergestellt bei der großen grünen Flimmerkugel, Volvox globator *Ehrbg.*



Flimmerkugel, Volvox globator *Ehrbg.*, mit männlichen und weiblichen Geschlechtszellen in verschiedenen Stadien. Vergrößerung 200:1.

Die Flimmerkugeln sind Blasen, deren Durchmesser ½ mm erreicht, und die sehr zahlreiche, bis über 20000 Einzelwesen mit je einem roten Fleck enthalten. Sie alle liegen dicht unter der gemeinsamen äußeren Gallerthülle, sind voneinander zwar durch dichte eigene Hüllen getrennt, aber wiederum durch starke Protoplasmabrücken, die die Einzelhüllen durchsetzen, miteinander derartig verbunden, daß der Eindruck einer Kolonie von Einzellern schon verwischt wird und wir den ganzen Volvox fast als ein vielzelliges Wesen bezeichnen möchten; jedenfalls liegt insofern ein einheitlicher, vielzelliger Organismus vor, als die plasmatische Verbindung der Zellen untereinander offenbar eine trefflich arbeitende Reizleitung ermöglicht. Denn wie wäre es sonst möglich, daß die Anzahl von Geißeln, deren jede Zelle zwei durch die Gallerthülle nach außen ins Wasser ragen läßt, alle, wie an den Flimmerepithelien der vielzelligen Tiere, in gleichem Sinne schlagen? Der gleichsinnige Flimmerschlag bewirkt bei Volvox ein Vorwärtsschwimmen der Kugel mit einem Pol voran; ein anziehendes Bild, das oft mit dem einer durch Ruderschlag dahinfahrenden Galeere verglichen wurde und durch dies harmonische Zusammenarbeiten der Teile sowie durch das geschickte Ausweichen der Zellenkugel vor Hindernissen, wobei alle Geißeln plötzlich in einer anderen Richtung schlagen, wohl jedem Mikrobiologen seit Leeuwenhoeck schon Freude gemacht hat. Die Volvocidae, wie man die koloniebildenden Phytomonadina

zusammenfaßt, sind aus Teichen und Gräben mit reinem Wasser meist nicht allzuselten zu gewinnen, gelegentlich sogar, namentlich Pandorina, in Menge darin vorhanden.

Koloniebildung trafen wir also unter den Autoflagellaten bei den Protomonadinen, den Chromomonadinen und den Phytomonadinen an, und in der Familie der Volvocidae ist die Formenreihe vom Einzelligen zum Vielzelligen besonders schön und vollständig. Auch in der Vermehrungsweise verhält sich Volvox wie ein Vielzeller, und bei anderen koloniebildenden Geißelträgern bemerken wir Schritt für Schritt Annäherungen an diesen Zustand. Bei den Dinobryonbüschen z. B. erfolgt die Vermehrung in einfachster Weise durch gelegentliche Teilung der einzelnen Zellindividuen. Bei Spondylomorum quaternarium *Ehrbg.*, einer ellipsoidischen Kolonie von 16 grünen viergeißeligen Phytomonadinen, geschieht die Vermehrung durch Halbierung der ganzen Kolonie unter Längsteilung ihrer sämtlichen Individuen. Bei Pandorina bildet jede Zelle der Sechzehnzellenkolonie sich durch mehrfache Teilungen zu einer kleinen Sechzehnzellenkolonie um, und fast gleichzeitig schlüpfen 16 junge 16zellige Pandorinen aus der mütterlichen, nun verödeten Plasmahülle aus. Von Zeit zu Zeit gibt es bei Pandorina auch eine Vermehrung durch Paarung von gleichartigen Schwärmsporen, deren jede durch Achtteilung einer Pandorinazelle entstand, und es liegt somit geschlechtliche Fortpflanzung vor. Bei Eudorina zerfällt manche Kolonie in lauter eiähnliche Makrogameten, manche in flinkbewegliche, kleine, schlanke Mikrogameten oder Spermatozoen. Es kann sich dann je ein Makrogamet mit einem Mikrogameten paaren. Bei Volvox globator haben, abweichend von Pandorina und Eudorina, die meisten Zellen nicht die Fähigkeit, neue Zellkolonien zu erzeugen, sondern infolge Arbeitsteilung dienen nur vereinzelte unter ihnen der Fortpflanzung. Diese bilden sich dann entweder ungeschlechtlich durch Teilungen zu neuen Volvox-Kugeln heran, oder sie sind den Geschlechtszellen der Vielzeller vergleichbar: manche Keimzellen der Volvoxkugel bilden dann nämlich durch mehrfache Teilung einen Haufen Schwärmsporen, Mikrogameten oder Spermatozoen, andere wachsen ohne jegliche Teilung zu rundlichen Makrogameten oder Eiern heran. Auch hier kommt es zur Paarung zwischen den ausgetretenen Abkömmlingen, also wie bei Eudorina bei deutlicher geschlechtlicher Verschiedenheit der Paarlinge. Den letzten Schritt in der Differenzierung geht eine andere Art: denn während Volvox globator oft männliche und weibliche Keimzellen nebeneinander bildet, sind bei der Goldflimmerkugel, Volvox aureus *Ehrbg.*, die Kugeln getrenntgeschlechtlich, wie die von Eudorina; die einen entsenden Spermatozoen, die anderen Eier, wie bei den meisten vielzelligen Tieren, und zwar goldfarbene. Nach dem Austreten der Samen- und Eizellen ins Wasser, wo sie sich zur Paarung treffen, verfällt der alte Volvoxkörper früher oder später dem Tode, einem Schicksal, das bei den physiologisch unsterblichen Einzellern nur durch äußere Gewalten herbeigeführt werden kann und nur vielzelligen Organismen als normales physiologisches Geschehen beschieden ist.

Dritte Ordnung:

Panzergeißler (Dinoflagellata).

Was die Kofferfische der tropischen Meere oder die vorzeitlichen Panzerfische, die Ostrakodermen, unter den Fischen sind, was die Schildkröten unter den Kriechtieren, das etwa sind die Panzergeißler (Dinoflagellata) unter den Geißelträgern: ein aus Platten

festgefügter, oft von Stacheln und zahlreichen Dornen starrender Panzer umschließt den Plasmaleib dieser Kleinlebewesen samt seinen etwaigen Anhängen, die z. B. als gerade oder gekrümmte Hörner den Körper an Länge vielmals übertreffen. Abenteuerliche Gestalten entstehen so. Doch herrscht in den Grundzügen des Körperbaues bei diesen Wesen nur geringer Wechsel, vielmehr bilden die Panzerflagellaten eine ziemlich scharf umschriebene Ordnung. Mitten um den Leib schnürt den Panzer eine Furche ein, die bei manchen Arten auch nach vorn oder nach hinten verschoben erscheinen kann. Zwei Geißeln entspringen an ihr, eine nach hinten gerichtete Schleppgeißel und eine in der Furche liegende, lebhaft in kleinen Wellen schwingende Quergeißel.

Pflanzenähnlichkeit haben die Panzergeißler durch ihr Hautskelett, das nämlich aus Zellulose besteht wie die Zellhäute im pflanzlichen Zellgewebe, ferner durch den nur selten fehlenden Gehalt an Chlorophyll, der öfters nur durch einen bräunlichen Farbstoff verhüllt ist. So sind sie also zur pflanzlichen Assimilation befähigt, daneben aber nehmen einzelne Arten, wie auch manche pflanzliche Autoflagellaten, auch Nahrungskörper durch einen kleinen Zellmund auf; sie ernähren sich zugleich nach pflanzlicher und nach tierischer Methode.

Im Süßwasser gibt es in Deutschland nur etwa 20 Arten von Panzergeißlern. Darunter sind Formen mit sehr schwachem Panzer, so daß sie fast ihre Zugehörigkeit zur Ordnung zu verleugnen scheinen, ja eine chlorophyllfreie Art der Gattung Gymnodinium *Stein*, das Gymnodinium hyalinum *Schill.*, sah der Entdecker unter Abwerfung der Geißeln in amöboiden Zustand übergehen und Chlamydomonadinen fressen. Häufigere, kräftig bepanzerte Arten von Kugel- bis Eiergestalt sind Peridinium tabulatum *Ehrbg.* und andere Vertreter dieser Gattung, ferner zwei Angehörige der Gattung Gehörngeißler (Ceratium *Schrank*), das plumpe Hörnchen, Ceratium cornutum *Ehrbg.*, und das viel schlankere, elegantere Schwälbchen, C. hirundinella *Müll.* (s. Tafel „Einzeller II", 7, bei S. 43); letzteres erhalten wir nur mit dem Planktonnetz aus größeren Teichen und Seen, jenes, wie auch die Peridinium-Arten, aus kleineren Gewässern und Sümpfen aller Art.

Im Meere leben zahlreiche Arten der Gattung Ceratium und anderer „Peridineen", wie man die Mehrzahl der Dinoflagellaten zusammenfassend zu nennen pflegt (Familie Peridinidae), als Planktonwesen. Eine der häufigsten Arten der deutschen Meere ist der Dreifuß, Ceratium tripos *Ehrbg.* (s. Tafel „Einzeller II", 13, bei S. 43), der übrigens mancherlei Spielarten bildet, zum Teil infolge der Unterschiede des Salzgehaltes. Einige von den meerbewohnenden Panzergeißlern sind durch Leuchtvermögen ausgezeichnet. Sie tragen dadurch zur Erscheinung des Meerleuchtens, das freilich hauptsächlich auf Zystoflagellaten beruht, bei, oder können es, wo Zystoflagellaten fehlen, wie in der Ostsee, allein in schwachem Maße hervorrufen. Selten wird in der westlichen Ostsee das Meerleuchten zu einer auffallenden Naturerscheinung. Dem Forscher aber können in frischen Planktonfängen leuchtende Dreihörner, andere Ceratium-Arten und dergleichen begegnen. Mit Recht hebt Czepa hervor, daß kein einziger Organismus des Süßwassers leuchtet. Wenn wir selbst innerhalb einer Gattung, wie Ceratium, das Leuchtvermögen auf die marinen Arten beschränkt sehen, so wird offenbar, daß der den Organismus durchdringende Salzgehalt eine Vorbedingung für das Leuchtvermögen ist.

An einer Stelle unseres Erdballes wird ein von einer Peridinee, Pyrodinium bahamense *Plt.*, hervorgerufenes Meerleuchten zu einer Sehenswürdigkeit, für die der Besitzer jenes Gewässers sogar ein Eintrittsgeld erhebt. Es ist dies der Feuersee (Waterloo- oder Firelake) bei dem freundlichen Städtchen Nassau, dem Hauptorte des Bahama-Archipels,

auf der Insel New Providence. Der von Mangroven und einzelnen Palmen umrahmte See, der etwa ½ qkm groß sein mag, steht, nach Plates Schilderung, durch einen etwa 500 m langen Kanal mit dem Ozean in Verbindung, so daß jede Flut ihm frisches Salzwasser zuführt. „Jeder Ruderschlag", so beschreibt Plate den nächtlichen Anblick, „treibt glitzernde Wellen über die Oberfläche, und die herabfallenden Tropfen leuchten wie flüssiges Silber in einem weißlichen, etwas mit Gelb versetzten Lichte, das so intensiv ist, daß man die Stellung des Uhrzeigers erkennen kann. Aufgescheuchte Fische ziehen leuchtende Streifen durch das Wasser und lassen sich weithin verfolgen. Filtriert man das Wasser mit dem feinen Planktonnetze, so ist dessen Innenfläche beim Herausheben aus dem Wasser übersät von phosphorisch leuchtenden Punkten, ein Miniaturbild des in kalter Winternacht funkelnden und flimmernden Sternenhimmels. Als Glanzpunkt der Darbietung springt ein Neger ins Wasser, und während alle Konturen seines Leibes magisch erglänzen, ruft er durch sein Plätschern eine ganze Feuergarbe funkelnder Blitze hervor."

Vierte Ordnung:
Blasengeißler (Cystoflagellata).

Die eigentlichen Meerleuchttierchen gehören der scharf umschriebenen artenarmen, aber weitverbreiteten Ordnung der Blasengeißler (Cystoflagellata) an. „Gallertgeißler" könnte man sie auch nennen, denn die Hauptmasse ihres Körpers besteht, ähnlich wie bei Quallen und manchen ähnlichen Meeresorganismen, aus einer wasserreichen Gallerte, die, gleich dem Zellsaft einer Pflanzenzelle, nur von zarten Strängen lebenden Plasmas durchzogen ist. Dadurch sind diese Tierchen unverhältnismäßig groß, und vielleicht wird damit ihr spezifisches Gewicht dem des Meerwassers angenähert. Die Zellhaut ist gespannt, so daß das Noctiluca-Bläschen durch Druck unter hörbarem Knall zum Zerspringen gebracht werden kann, wie ein Floh.

Die weitverbreitete Noctiluca miliaris *Sur.* (s. Tafel „Einzeller II", 11, bei S. 43) ist das stecknadelkopfgroße Meerleuchttierchen der Nordsee. Es hat die Gestalt eines Pfirsichs, und an seiner Kerbe tritt der bewegliche geißelähnliche, aber verhältnismäßig dicke Faden hervor, mit dem das Wesen sich bewegt. An dieser Stelle ist auch eine Mundöffnung, durch welche die Nahrungsstoffe in das innere veränderliche Plasmanetz aufgenommen werden. Gleich hinter der Eingangsöffnung liegt die den Zellkern enthaltende Plasmaanhäufung, von der sich Plasmastränge unter vielfachen Verzweigungen und Verbindungen durch die Gallerte erstrecken, um endlich mit den immer feiner werdenden Zweigelchen an den Plasmabelag der Körperwandung sich anzuheften. Denn wie bei Pflanzenzellen ist auch bei Noctiluca die Zellhaut innen von einer hier freilich sehr dünnen Schicht lebenden Plasmas ausgekleidet, und winzig kleine Pünktchen dieser Wandschicht sind es, von denen die Lichterscheinung ausgeht.

Bis 1,5 mm groß wird das uhrglas- oder besser quallenförmige Leuchttierchen des Mittelmeeres, Leptodiscus medusoides *R. Hertw.* Nach Medusenart schwimmen die Tiere, und zwar äußerst schnell, durch den Rückstoß beim Zusammenklappen des Schirmes, was durch auf der Innenseite verlaufende feine Muskelfäserchen ermöglicht wird.

Meerleuchten ist eine häufige und nicht immer sehr auffällige Erscheinung. Das von der Schiffsschraube aufgewühlte Kielwasser eines Dampfers leuchtet bei Nacht oftmals in grünlichem Schimmer, worin mitunter einige hellere Punkte oder Flecke aufblitzen. Diese

rühren von größeren Organismen, wie namentlich Rippenquallen, in wärmeren Meeren auch von Siphonophoren und anderen Formen her, und inwieweit es eigentlich auf Noctiluca beruht, können wir ohne nähere Untersuchung nicht angeben; denn viele Organismen aus allen Abteilungen der Meerestiere leuchten. Auch der weißliche Schaum an des fahrenden Schiffes Bug leuchtet nachts manchmal hell infolge der darin vorhandenen leuchtenden Planktonwesen; in anderen Fällen ist die Erscheinung so schwach, daß man namentlich in nicht ganz dunklen Nächten, wenn z. B. der Mond hinter dem Gewölk steht, zweifeln kann, ob das Leuchten überhaupt auf Organismen beruht oder nur auf dem allgemeinen schwachen Licht der Nacht. Jedoch selbst bei Tage sind wir ganz sicher, Meerleuchttierchen vor uns zu haben, wenn sie in Schwärmen von Millionen und aber Millionen, dicht zusammengedrängt, an der Meeresoberfläche erscheinen. Dann bilden sie nämlich deutlich sichtbare rötliche Flächen oder Streifen auf der Wasseroberfläche, deren Farbe an Viehsalz erinnert, so daß man von ganz unerfahrenen Reisenden wohl einmal die Ansicht hört, das sei das Salz des Meeres. Erwähnt sei dies nicht nur der Merkwürdigkeit halber, sondern auch um den Eindruck, den die Noktilukenschwärme hervorrufen können, und ihre Farbe anschaulich zu beschreiben. Schöpft man an einer solchen Stelle mit einem Glase aus dem scheinbar staubbedeckten Wasser, so kann es bis auf den Grund mit den stecknadelkopfgroßen, schwach rötlichen Bläschen erfüllt sein. Bringen wir durch Hineinstecken der Hand einige heraus, so können wir ihr Leuchten gewahren, und zwar nicht nur bei Nacht, sondern auch bei Tage, wenigstens in irgendeiner dunkleren Ecke unserer Räumlichkeiten. Die Noktiluken leuchten jedoch nicht immer, sondern nur bei Reizung, wozu schon Berührung oder Erschütterung genügt. Daher leuchten auch, wenn wir von dem geschöpften Material eine Probe in die Dunkelkammer bringen, besonders nach Umrühren viele Pünktchen in grünlichblauem Lichte hell auf. Recht schön wirkt solch eine größere Wassermenge, wenn sie in einem Aquarium stundenlang ruhig gestanden hat und dann an ihrer Oberfläche, wo sich die Tierchen gesammelt haben, auf einmal in Wellenbewegungen versetzt wird. Ein grünes Flammen, hell wie bengalisches Licht, eilt über die Wasserfläche dahin. Und so kann das Meerleuchten am stärksten im Versuchsaquarium erzielt werden. Aber wie der Sternenhimmel dem unbewaffneten Auge jederzeit noch viel schöner erscheint als bei Betrachtung seiner Einzelgebilde mit Hilfe des Fernrohres, so wirkt auch das Meerleuchten am prächtigsten in freier Natur. An warmen Sommerabenden, wenn kein Mondschein blendet und ein sanfter Wind leichte Wellen aufwirft, so daß man mit Behagen ans Gestade tritt und auf die weite Fläche hinausblickt, leuchtet zuweilen aus jeder Welle ein phosphorisches Grün hervor; und schneidet jetzt eines Bootes Kiel durch die Fluten, so scheint er durch grüne Flammen zu gleiten. Nun lassen wir's uns nicht nehmen und fahren selber im schwanken Boote hinaus. Das Ruder schlägt ins Wasser, Tausende der Leuchttierchen erglühen aufs neue, und jede kleinste Bewegung auf dem dunklen Wasserspiegel löst wieder den Zauber aus, der uns erschauern macht, uns berauscht und gleichsam versenkt in die Geheimnisse des Meereslebens, des Lebens überhaupt. Und kehren wir, entzückt von dem Geschenen, wieder zurück von der kurzen Bootfahrt, so wird wohl auch die Frage nicht ausbleiben: was bedeutet dieses Leuchten? welchen Zweck erfüllt es bei den kleinen Lebewesen? was haben sie für einen Vorteil davon?

Der Zweck dieses Leuchtens ist aber selbst dem Forscher bis heute ein tiefes Geheimnis. Bei Tiefseefischen, manchen Schlangensternen und wohl noch anderen Organismen dient das Leuchtvermögen dem Anlocken det Genossen, der Abschreckung von Feinden —

bei den Meerleuchttierchen aber sind solche Annahmen kaum begründet. Hier mag das Leuchten eher ein für den Organismus bedeutungsloses Ergebnis des Stoff- und Kraftwechsels sein, geradeso, wie die grellen Farben vieler Stachelhäuter oder Seerosen keinerlei Bedeutung haben dürften und wohl nur darum vorhanden sind, weil jedes Ding irgendeine Farbe haben muß. Jeder Umsatz im Tier erzeugt Wärme, die dem Tiere verlorengeht, und mit der Leuchtkraft sind die Leuchttierchen auch nicht sparsamer. Immerhin sind das nur Vermutungen. Über die Entstehung des tierischen Leuchtens wissen wir zwar schon mancherlei, besonders dürfte es überall an Oxydationsvorgänge gebunden sein. Aber auch auf diesem Gebiete, das schon manchen Experimentalphysiologen beschäftigte, ist noch vieles „geheimnisvoll am lichten Tag" — und in dunkler Nacht.

Dritte Klasse:

Sporentierchen (Sporozoa).

Die **Sporentierchen** (Sporozoa) werden neben den Wurzelfüßern und Geißelträgern gewöhnlich als eine lediglich aus Parasiten bestehende dritte Klasse von Einzellern geführt, die sich ausschließlich osmotisch oder saprophag, d. h. durch Saftströmung, ernähren und sich durch Sporenbildung, Sporulation, fortpflanzen. Aber gerade in der Fortpflanzungsweise durch Sporen treten innerhalb der Sporozoen so bedeutende Verschiedenheiten auf, daß dieses Merkmal, zumal es auch in den anderen Protozoenklassen vorkommt, zur Kennzeichnung der Gruppe eigentlich nicht zur Verwendung kommen könnte. „So ist es", meint M. Braun, „wohl nur noch eine Frage der Zeit oder besserer Einsicht in die Fortpflanzungsverhältnisse, daß eine Änderung des bisherigen Systems eintreten wird." Ähnlicher Ansicht sind andere Protozoenforscher, wie namentlich Hartmann.

Erste Ordnung:

Gregarinarien (Gregarinaria).

Die **Gregarinarien** (Gregarinaria) wurden fast nur bei wirbellosen Tieren gefunden und erzeugen bei diesen wohl keine Krankheiten. Der wurmförmige, oft durch Muskelfibrillen in der Längsrichtung oder spiralig gestreifte Körper besteht meist aus einem vorderen und einem größeren, zellkernhaltigen hinteren Stück, Protomerit und Deutomerit. Die Vermehrung erfolgt ausschließlich im enzystierten Zustande. In den Samenkapseln unserer Regenwürmer finden wir meist die „Pseudonavizellenzysten" der zu den Monocystidea gehörigen Monocystis lumbrici *Henle* (tenax). Sie enthalten zahlreiche, an Diatomeen der Gattung Navicula erinnernde Sporen, aus denen durch Vielteilung die jungen Gregarinen hervorgehen. Die Polycystidea, z. B. die in der Küchenschabe zuerst in den Zellen der Darmwandung, dann frei im Darme lebende Gregarina blattarum *Sieb.*, haben noch einen vordersten dritten Teil, Epimerit genannt, der zur Verankerung in der Wirtszelle dient und nach deren Verlassen oft verlorengeht. Die Bewegungen der Gregarinen sind außer Zusammenziehungen und Biegungen ein gleitendes Schwimmen, wobei sie einen Streifen scheinbar wie ein Kielwasser hinter sich lassen, infolge Absonderung einer Gallerte, wodurch sie sich vorwärts drücken.

Zweite Ordnung:
Kokzidiarien (Coccidiaria).

Die Ordnung der Kokzidiarien (Coccidiaria) besteht aus im erwachsenen Zustande stets intrazellulär schmarotzenden, unbeweglichen Sporozoen von rundlicher oder amöboider Gestalt. Die Fortpflanzung erfolgt wiederholt durch „Schizogonie“ oder Zerfall in viele kleine, sichelförmige Keime, „Merozoiten“, von Zeit zu Zeit aber auch unter Wirtswechsel auf geschlechtlichem Wege. Dann bilden sich nämlich manche Individuen zu klumpigen Makrogameten um, andere entwickeln unter Vielteilung eine Anzahl schlanker, beweglicher Mikrogameten. Der durch Paarung von Makro- und Mikrogamet im neuen Wirtstier entstehende Körper wird kugelig und zerfällt durch „Sporogonie“ in eine Unmasse kleiner, beweglicher, schlanker Sporozoiten, die wieder in ein Wirtstier der ersten Art gelangen müssen, um zur Ausgangsform heranzuwachsen. Damit ist der Entwickelungskreis geschlossen.

So lebt z. B. der Malariaparasit, das weitaus bekannteste und wichtigste aller Sporozoen, als typischer Vertreter der Unterordnung Haemosporidia in den roten Blutkörperchen des Menschen. Durch „Schizogonie“ zerfällt diese unsere Ausgangsform, die auch Schizont genannt wird, in eine Anzahl kleiner Merozoiten, die in die Blutflüssigkeit gelangen, nach einiger Zeit sich aber von neuem in ein Blutkörperchen einbohren und wieder zum Schizonten heranwachsen. Das ist die ziemlich einfache, sich öfter wiederholende ungeschlechtliche Fortpflanzung. Zur geschlechtlichen Fortpflanzung kommt es nur im Darm der Anopheles-Mücken, die das Blut des Menschen samt Blutkörperchen saugen. Es finden sich nämlich in manchen Blutkörperchen auch besonders ausgebildete Parasiten, teils Makrogametozyten, teils Mikrogametozyten; jene wandeln sich im Mückendarm in Makrogameten, diese in eine Mehrzahl von Mikrogameten um. Der durch Paarung von Makro- und Mikrogamet entstehende große, sichelförmige, anfangs bewegliche Körper, Ookinet genannt, durchbohrt die Darmwand des Anopheles und zerfällt auf deren Außenseite in zahlreiche, bis 10000, Sporozoiten. Diese wandern zur Speicheldrüse der Mücke und dringen von da in den Mund des Insekts ein, das somit beim nächsten Stich mit seinem Speichel den Menschen wieder anstecken kann.

Die Malaria des Menschen, auch Wechselfieber, Sumpffieber, Febris intermittens, Paludismus genannt, war ursprünglich ziemlich über die ganze Erde mit Ausnahme der Wüsten und Polargegenden verbreitet. Heute ist sie namentlich in den Kulturländern Mitteleuropas großenteils erloschen, aber in Deutschland verseuchte sie noch vor wenigen Jahrzehnten sumpfreiche Gegenden, und als völlig in unserem Vaterlande vertilgt kann sie noch jetzt nicht gelten. Bezeichnend ist der rhythmische Verlauf des Fiebers, und zwar lassen bei der Febris tertiana die Anfälle immer einen Tag frei, bei der Febris quartana immer zwei. Tägliche Anfälle, ein Quotidianfieber, kommen wohl in der Regel dadurch zustande, daß zwei Tertianfieber, die um rund 24 Stunden auseinanderfallen, nebeneinander bestehen (Febris tertiana duplex). Ebenso können auch zwei oder drei Quartanfieber nebeneinander bestehen und im letzteren Falle ebenfalls ein Quotidianfieber ergeben. Die Fieberanfälle beruhen nämlich auf den Teilungsperioden des Parasiten, und zwar jedesmal auf dem Herumschwärmen neu gebildeter Merozoiten im Blute; und nun gibt es verschiedene Arten von Malariaerregern, bei denen die Entwickelungsperioden in der obenerwähnten bezeichnenden Weise verschieden lang sind. So ist Plasmodium vivax *Grassi et Feletti* der Erreger der leichteren oder Frühjahrstertiana, Plasmodium malariae *Laveran* ruft die Quartana hervor und Laverania

malariae *Grassi et Feletti* (Plasmodium) die maligne oder perniziöse Tertiana (Sommerherbstfieber, Febris aestivo-autumnalis, tropica, perniciosa), in schweren Fällen wohl auch das Schwarzwasserfieber der Tropen. Der als Überträger zu fürchtenden Anopheles-Arten gibt es über 100, von denen aber manche nur geringe Bedeutung haben, andere größere, so in Europa namentlich A. maculipennis (claviger).



Malariakreislauf.

Das Wechselfieber rafft in Indien jährlich 5 Millionen Menschen hin, in Italien 15000 unter 2 Millionen, die erkranken. Es wurde ehemals irrigerweise auf Ansteckung durch verseuchtes Trinkwasser zurückgeführt, vergebens suchte man darin nach tierischen oder pflanzlichen Erregern. Der wirkliche Erreger im Menschen war zwar schon 1880 durch den französischen Militärarzt A. Laveran entdeckt und wurde späterhin namentlich durch italienische

Forscher, unter denen der Name Grassi hervorragt, immer eingehender untersucht, so daß man alle seine im menschlichen Blute vorkommenden Stadien kennenlernte und die verschiedenen Krankheitserscheinungen des Menschen erklären konnte. Aber erst Manson und Robert Koch vermuteten in Stechmücken die Überträger des Parasiten, wollten jedoch irrigerweise die Moskitos hierfür in Anspruch nehmen. Der englische Stabsarzt R. Roß, damals in Indien, erkannte 1898 in den etwas versteckter lebenden, aber gleich den Moskitos häufigen Anopheles-Arten die wahren Überträger des Parasiten, was wiederum italienische Forscher, Grassi und andere, durch Infektionsversuche und auf sonstige Weise bestätigten. Der Kampf gegen die Malaria, wie er besonders von Robert Koch begonnen wurde, besteht seitdem im Kampf gegen die Überträger selbst sowie in der Verhütung ihrer Ansteckung durch den Menschen und seiner durch sie. Durch Verwendung von Schleiern und durch Räucherungen hält man die Mücken fern. Am Mitchellsee in Texas versucht man neuerdings die Vertilgung der Moskitos durch in Massen gezüchtete Fledermäuse, in Madagaskar durch ausgiebige Zucht von Karpfen auf Reisfeldern. Chinin aber ist das altbewährte Mittel, das den Parasiten im Blute des Menschen tötet. Auch von selber kann die Malaria, wenn Neuinfektion vermieden wird, heilen; die Parasiten sterben dann mangels Befruchtung ab. Worauf die Rückfälle bei der sogenannten chronischen Malaria beruhen, ist noch nicht genau bekannt. In vielen Tropengegenden ist die Malaria eine Kinderkrankheit der Eingeborenen, während erwachsene Eingeborene gegen sie immun sind. Diese Immunität wird aber nur durch fortgesetzte Neuinfektionen aufrechterhalten, sonst würde sie nicht von langer Dauer sein.

Die Vogelmalaria beruht auf Plasmodium praecox *Grassi et Feletti* (Proteosoma), befällt Raubvögel, Sperlingsvögel, Tauben und andere mehr mit heftigen Fieberanfällen und wird in Europa hauptsächlich durch die gewöhnliche Stechmücke, Culex pipiens, übertragen.

In diese Verwandtschaft gehört auch die keinen Wirtswechsel benötigende, sondern durch den Kot sich verbreitende und durch den Mund eindringende Eimeria stiedae *Lindem.* (Coccidium oviforme, cuniculi). Sie schmarotzt häufig im Dünndarm, in der Leber und in den Gallengängen der Hasen und Kaninchen und ruft eine mit Fieber, Durchfall und Schleimabscheidung aus Mund und Nase einhergehende, oft tödliche Krankheit hervor. Sie befällt meist nur junge Tiere, die dann mit gutem Hafer, angefeuchteter Weizenkleie und etwas gedämpftem Grünfutter noch zu retten sind und damit lebenslang seuchenfest werden. Ein trockener Stall, namentlich Torfstreu, ist die beste Vorbeugung gegen die ansteckende Seuche. Sie tritt auch bei Hasen oder Kaninchen in freier Wildbahn auf. Gelegentlich hat der Parasit auch bei Menschen, und zwar bei solchen, die mit Kaninchen zu tun hatten, Leber- oder Darmkokzidiosen hervorgerufen. Endlich erzeugt er die Rote Ruhr des Rindes, eine mit Fieber und oft wässerigem Durchfall verbundene Krankheit auf den höheren Alpenweiden. Man kennt noch mehrere Arten aus dieser und zahlreiche aus sonstigen Gattungen in der Unterordnung der Coccidia, und manche ruft bei Mäusen oder bei Sperlingsvögeln Epidemien hervor, so z. B. Eimeria avium *Silvestrini et Rivolta* (Coccidium tenellum), nach Olt und Ströse, „Die Wildkrankheiten und deren Bekämpfung", namentlich bei Fasanen in Fasanerien und bei Hausgeflügel; andere führen zu Krankheiten des Wildes, worauf die Jägerei durch die Forschungen des Instituts für Jagdkunde in Neudamm von Jahr zu Jahr mehr aufmerksam wird.

Ungenügend bekannte Organismen von ungewisser Stellung sind die Babesien oder Piroplasmen, winzige, in Blutkörperchen von Wirbeltieren lebende Einzeller mit

Fortpflanzung durch Vielteilung innerhalb des Blutkörperchens. Die Übertragung erfolgt durch Zecken, in denen sich auch die geschlechtliche Fortpflanzung der Babesien abspielt. Die Arten sind vielfach nicht durch ihre Gestalt, sondern nur durch physiologische Unterschiede zu trennen. Die wichtigste von ihnen verursachte Krankheit ist das Texasfieber oder die Hämoglobinurie des Rindes, auch Rindermalaria usw. genannt, das in den 1880er Jahren in den Vereinigten Staaten von Nordamerika verheerend auftrat und im übrigen außer in Nord- auch in Südamerika, Australien und Südafrika vorkommt. Den Erreger hat man Babesia bigemina *Smith et Kilb.* genannt, seine Überträger sind mehrere Arten von Zecken, und zwar nie die infizierte Zecke selbst, sondern stets erst deren Nachkommenschaft. Babesia ovis *Babes* ist der Erreger der in Italien und auf der Balkanhalbinsel vorkommenden Ikterohämaturie oder der Carceag des Schafes; Babesia equi *Laveran* erzeugt das Gallenfieber der Pferde, Esel und Maulesel oder das „Pferdesterben" in Rußland, Südafrika, Madagaskar und Indien, Babesia canis *Piana et Galli-Valerio* den in Paris, Italien und stellenweise in fremden Erdteilen aufgetretenen infektiösen Ikterus (Gelbsucht) des Hundes.

Dritte Ordnung:

Myxosporidien (Myxosporidia).

Die Myxosporidien (Myxosporidia) der Fische sind meist große, oft mit bloßem Auge wahrnehmbare, rund oder amöboid geformte Körper in Fischen und Gliederfüßern. Die Fortpflanzung erfolgt teils durch einfache Vielteilung, teils durch eigentümliche Sporenbildung. Das Plasma wird vielkernig, die Zelle damit zu einem Pansporoblasten, und liefert schließlich zwei eigenartige mehrzellige Sporen (s. Tafel „Einzeller III", 3, bei S. 68), Psorospermien genannt, die eine zweiklappige Schale haben und außer einem amöboiden Keimling sogenannte Polkapseln enthalten; das sind ovale Kapseln, die den Nesselkapseln der Hohltiere ähneln und gleich ihnen Fäden ausschleudern können, welche die Spore an Geweben befestigen. Der Keimling kriecht dann aus. In der Harnblase des Hechtes findet man an der Wandung oft in ungeheuren Mengen das äußerst vielgestaltige Myxidium lieberkühni *Bütsch.* und seine Psorospermien. Myxobolus pfeifferi *Thélohan* schmarotzt in der Barbe und hat in der Seine, Marne, Maas, Mosel, im Rhein usw. schon Hunderttausende dieses Fisches getötet und ihn stellenweise nahezu ausgerottet. Vor allem durch Verdrängung der Muskelsubstanz erzeugt er ½—2 cm große, ja bis hühnereigroße Geschwülste, die zum Teil aufbrechen und ihren Inhalt, darin zahlreiche Sporen, entleeren. Auch von Zysten (s. Tafel „Einzeller III", 7, bei S. 68) ist die Muskulatur des erkrankten Fisches durchsetzt, ähnlich wie trichinöses Fleisch. Die Wachstumsperiode des Parasiten ist, nach Doflein, im Sommer am lebhaftesten, im Winter unterbrochen. Um gegebenenfalls die Ausbreitung der Barbenseuche und ähnlicher „Knötchenkrankheiten" zu hindern, dürfte es am besten sein, Fische mit wenn auch nur kleinen Geschwülsten zu vergraben oder zu verbrennen. Myxobolus cyprini *Doflein et Hofer* gilt als Erreger oder, nach Lühe, doch als Vorbereiter der vielleicht noch auf anderen Parasiten beruhenden Pockenkrankheit der Karpfen, die sich namentlich in weißen, knorpelharten Hautverdickungen äußert und viele Fische entwertet oder tötet. Lentospora cerebralis *Hofer* befällt die verschiedensten Teile von Fischen, namentlich Jungfischen, und ruft bei Schädigung der halbkreisförmigen Kanäle am inneren Ohr die Drehkrankheit der Salmoniden hervor. Myxobolus- und ähnliche Arten findet man in Fischen des Süßwassers wie auch des Meeres.

Vierte Ordnung:
Mikrosporidien (Microsporidia).

Bei den Mikrosporidien (Microsporidia) entstehen aus dem Pansporoblasten, der in dieser Ordnung wie bei den Myxosporidia gebildet wird, nicht zwei, sondern vier und noch mehr Sporen von winziger Kleinheit mit nur einer Polzelle. Die Sporenhülle ist wohl nur bei manchen Arten zweischalig. Die Mikrosporidien leben in Moostierchen, Fischen, Amphibien und besonders Gliedertieren; sie verursachen zahlreiche weniger wichtige Fischkrankheiten. Am bekanntesten sind wohl die mit Glugea anomala *Monz.* erfüllten großen Kapseln im Muskelfleisch der beiden Süßwasserstichlingsarten, die sich durch mächtige Beulen verraten; andere Arten befallen auch Seefische. Bedeutungsvoller ist die auf Nosema bombycis *Naegeli* beruhende altbekannte Pébrine, Gattina, Fleckenkrankheit oder Seidenraupenkrankheit. Der seit 1857 bekannte Parasit lebt in allen Organen der von ihm befallenen Raupe, in deren Darmepithel z. B. man daher alle seine Stadien, darunter auch die durch Stempell genauer bekanntgewordenen, pilzähnlichen ungeschlechtlichen Fortpflanzungsketten findet, die durch fortgesetzte Zweiteilungen entstehen, wobei sich die Kerne schneller teilen als das Plasma. Durch den Tod der Raupe werden die Sporen, die Psorospermien, frei. Werden sie von einer anderen Raupe mit den Blättern, die als Nahrung dienen, gefressen, so dringt der Amöboidkeim wieder durch ihre Darmwand in die Raupe ein. Auch Raupen anderer Schmetterlinge, namentlich von Spinnern, wie Ringelspinnern, dem Braunen Bär und anderen mehr, werden befallen. Die Seidenraupen sterben oft in Massen vor der Verwandlung. Schwächer befallene Stücke können sich zu Faltern entwickeln und durch Infektion der Geschlechtsorgane, und zwar der befruchteten Eier, die Krankheit vererben. „In Frankreich", schreibt Doflein, „brach die Epidemie zuerst 1845 im Departement Vaucluse aus, im nächsten Jahre hatte sie schon drei weitere Departements ergriffen. Schon im Jahre 1851 war in den wichtigsten Distrikten der Seidenbau fast vernichtet; im Jahre 1856 war die Produktion auf ein Viertel der üblichen Ziffer gefallen. Im Jahre 1859 war Italien von der Seuche befallen und bald vom einen Ende bis zum anderen Ende ergriffen. Die französische Seidenkultur hatte bis zum Jahre 1867 einen Verlust von mehr als einer Milliarde erlitten." Unsterbliche Verdienste um die Erforschung der Krankheit erwarb sich namentlich Pasteur. Durch mikroskopische Unterscheidung der erkrankten von gesunden Raupen ist es jetzt möglich, die erkrankten von der Zucht auszuschließen und Ansteckungen zu hemmen. Die gleichfalls ansteckende sogenannte Ruhr der Bienen wird durch eine 1909 entdeckte ähnliche Art, Nosema apis *Zand.*, verursacht. In Fischen rufen Mikrosporidien Knötchenkrankheiten hervor.

Wegen der Ähnlichkeit der Polkapseln in den Psorospermien mit Nesselkapseln faßt man die Myxosporidia, Microsporidia und eine dritte Ordnung als Cnidosporidia zusammen.

Fünfte Ordnung:
Sarkosporidien (Sarcosporidia).

Die Sarkosporidien (Sarcosporidia) sind schlauchförmige Sporozoen mit zahlreichen Sporen in einem Pansporoblasten, wahrscheinlich ohne Polkapseln. Sie beginnen ihre Entwickelung als kleine, schlauchförmige Gebilde, „Mieschersche Schläuche", intrazellular,

und zwar fast immer zwischen Muskelzellen. Neuere Untersucher, wie Negri, Rhoda Erdmann und andere, meinen, man müsse hier nicht von Pansporoblasten, sondern einfach von Sporoblasten sprechen, da jeder Sporoblast nach Vermehrung durch Teilung sich in nur eine Spore umbilde, was andere bezweifeln. Der Vorgang beginnt in der Mitte des Schlauches und schreitet, während dieser erheblich wächst, nach den Enden zu fort, wo immer wieder neue Sporoblasten entstehen. Über die Ansteckungsweise — ob sie durch gefressene Parasiten oder durch Zwischenwirte erfolgt — weiß man noch nichts Bestimmtes. Die Sarkosporidien leben vorwiegend in Säugetieren. Mehr Interesse als vereinzelte Fälle beim Menschen haben wohl Erkrankungen und Todesfälle beim Schaf durch Sarcocystis tenella *Raill.* oder beim Schwein durch Sarcocystis miescheriana *Kühn* und Epidemien bei Ratten und Hausmäusen durch Sarcocystis muris *Blanch.*

Vierte Klasse:

Wimpertierchen (Ciliata).

Unter Infusionstierchen oder Infusorien versteht man im heutigen Sprachgebrauch der Forscher meist nur noch die Klasse der Wimpertierchen (Ciliata, Infusoria). Das auffälligste und hauptsächlichste Kennzeichen dieser meist verhältnismäßig großen, dem Naturfreunde wohlbekannten und für den Beschauer mitunter wahrhaft belustigenden Einzeller ist das Wimperkleid, die Bedeckung des Körpers mit beweglichen Wimpern oder Zilien, die stets in großer Zahl vorhanden sind und sich von den Geißeln der Flagellaten vornehmlich durch verhältnismäßig geringe Länge bei oft größerer Dicke und durch die Art ihres Schlagens unterscheiden; denn sie führen etwa einen einfachen Ruderschlag aus, während den Geißeln meist spiralige Schlängelbewegung eigen ist. Wie die Geißeln eines Volvox arbeiten die Zilien eines jeden Infusors harmonisch zusammen, doch nicht alle auf einen Takt, sondern die hintereinanderstehenden nacheinander, so daß ein Wogen im Wimperkleide entsteht wie bei einem Ährenfeld oder in dem dichten Flimmerbesatz eines Flimmerepithels; wie denn überhaupt die Wimpern der Einzeller ihrem Wesen nach den Flimmerhaaren von Vielzellern gleichen. Außer zur Fortbewegung dienen sie auch zum Herbeistrudeln von Nahrung. Vereinzelte Borsten pflegt man als Tastborsten, also als Sinnesorganellen zu bezeichnen.

Eine Zellhaut (Pellicula oder Cuticula), an der die Wimpern wurzeln, ist stets vorhanden. Daher darf auch niemals der Zellmund (Cytostoma) fehlen, und die unverdaulichen Reste der Nahrung gelangen an einer bestimmten, für gewöhnlich jedoch sich nicht weiter abhebenden Stelle, dem Zellafter (Cytopyge), zur Ausstoßung. Häufig enthält die Haut Nesselorgane. Ferner liegen in der Zellhaut oftmals Muskelfäden, wie wir solchen schon bei Leptodiscus begegneten. Bei Arten, denen die Muskelfäden fehlen, ist eine Gestaltveränderung oder Metabolie nicht möglich.

Im Innern der Infusorienkörper fallen die in geringer Zahl vorhandenen großen pulsierenden Vakuolen meist leicht ins Auge; noch auffälliger ist natürlich, wie bei allen sich nach Tierart ernährenden Einzellern, die meist große Zahl von Nahrungsvakuolen im Plasma. Man kann die Infusorien leicht unter dem Mikroskop beim Fressen beobachten; man hat sie nur so unter dem Deckgläschen festzuhalten, daß sie nicht aus dem Gesichtsfelde sich fortbegeben, aber doch noch so viel Spielraum haben, um ihre Wimpern spielen zu

lassen und damit die fein zerteilten Nahrungspartikelchen, einzellige Algen, Bakterien, kleinere Tierchen, namentlich aber gepulvertes Karmin oder Indigo, das man hinzusetzte, dem Munde zuzustrudeln. Die von den Wimpern der Mundspalte erregte Strömung streicht, wie man an lebhaften Bewegungen der hineingerissenen Körperchen sieht, in einem geraden oder, nach der Form des Mundtrichters, wirbelnden Strome gegen den Mund zu, und an und in ihm häuft sich nun ein ansehnlicher Speiseballen an, der dann durch einen Schlund weiter in den Leib hinabgedrückt wird. Es folgt Ansammlung eines neuen Ballens und abermaliges Verschlingen. Manche Infusorien, z. B. die Gattungen Chilodon, Bursaria, verschlingen auch Algenarten, die länger als ihr eigener Körper sind, und mit denen sie umherschwimmen, als hätten sie einen Balken halb im Leibe.

Den Zellkern bekommt man meist nur durch Behandlung mit Chemikalien, in glücklichen Fällen auch am lebenden Tier oder an zufällig aufgefundenen abgestorbenen Stücken zu Gesicht. Eigentümliche Gestalten hat er z. B. bei Stentor coeruleus, wo er langgestreckt ist und einer Perlenschnur gleicht, oder bei Vorticella, wo er aussieht wie eine gekrümmte Wurst. Doch von erheblicherer wissenschaftlicher Bedeutung und überhaupt ein durchgreifendes Merkmal aller Wimpertierchen ist ihr Kerndualismus, ihre Zweikernigkeit, denn von allen anderen Einzellern unterscheiden sich die Ziliaten erheblich dadurch, daß außer dem großen Hauptkern ein kleinerer Nebenkern besteht. Vielleicht knüpft der Nebenkern an den oben beschriebenen Blepharoplasten der Trypanosomen an. Der Nebenkern wird auch Geschlechtskern genannt wegen der wichtigen Rolle, die er bei der Paarung spielt. Zu diesem schon S. 4 für das Pantoffeltierchen (Paramaecium) beschriebenen Vorgang, auch Konjugation genannt, schreiten zwei gleichartige Tierchen, die sich dann meist wieder voneinander trennen; sie müssen aber doch am besten von verschiedenen Eltern abstammen, damit der Inzucht vorgebeugt werde, und Popoff will beobachtet haben, daß Pantoffeltierchen gleicher Abkunft zwar zeitweilig nebeneinander herschwimmen, sich jedoch nicht vereinigen. Die Fortpflanzung erfolgt in der Regel durch Zweiteilung, meist der Quere nach, nach vorheriger komplizierter (mitotischer) Teilung des Nebenkerns und einfacherer (amitotischer) des Hauptkerns. Die bei anderen Einzellern neben der Zweiteilung vorkommende Fortpflanzung durch Vielteilung oder Sporenbildung gibt es bei Ziliaten nur selten. Man spricht indessen von Makrosporen und Mikrosporen, auch Makro- und Mikrogameten oder männlichen und weiblichen Tieren, bei Ziliaten aus der Ordnung der Peritrichen, und zwar bei Epistylis, Carchesium und anderen hübschen, festsitzenden Formen, weil es hier zu einer geschlechtlichen Differenzierung, zur Ausbildung großer und durch mehrfache Teilung entstandener kleiner Individuen kommt, deren Paarung zu einer dauernden Verschmelzung der Tiere und ihrer Kerne führt. Die Teilung bei diesen Wesen ist übrigens nicht eine Quer-, sondern eine Längsteilung. Selten ist bei den Ziliaten die Vermehrung durch Knospung.

Vorübergehende Einkapselung, Enzystierung, kommt bei den Wimpertierchen häufig vor, namentlich zur Herbeiführung von Dauerzuständen, wenn es gilt, Perioden der Trockenheit oder sonstige ungünstige Lebensverhältnisse zu überstehen.

Die Wimpertierchen sind im Meere und im Süßwasser verbreitet; manche häufige Art lebt in beiden Elementen. Am zahlreichsten trifft man sie in stehenden oder trägen, pflanzenreichen Binnengewässern, namentlich in kleineren und auch in kleinsten, wie Wassergräben. Manche verlangen faulendes Wasser, und auch Parasiten gibt es unter ihnen.

Die Freude am Studium der Infusorien, die Bekanntheit und Beliebtheit vieler Arten

hängt großenteils mit ihrer verhältnismäßig erheblichen Größe zusammen, die das Beobachten ihrer Lebensweise erleichtert. Schon Pantoffeltierchen und noch kleinere Arten kann ein geübtes Auge ohne Bewaffnung erkennen: sie sind größer als manches Rädertier, weshalb man eine Zeitlang ihre Einzelligkeit bezweifeln konnte. Das häufige Spirostomum ambiguum wird nahezu ½ cm lang.

Erste Ordnung:

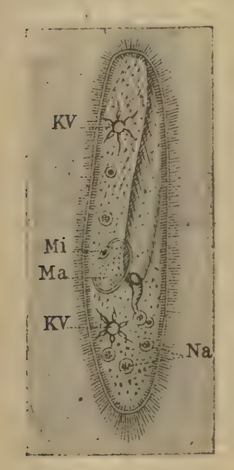
Ganzbewimperte (Holotricha).

Als Holotricha faßt man eine große Anzahl Wimpertierchen zusammen, bei denen der Körper überall mit Wimpern besetzt ist, die ziemlich gleichmäßige, und zwar geringe Länge haben.

Zu den häufigsten Wimpertierchen gehören die schon mehrmals in diesem Buche erwähnten **Pantoffeltierchen** (Paramaecium *Müll.*), die Unvermeidlichen in den meisten der Natur oder auch nur einer Blumenvase entnommenen Wasserproben, die mikroskopischen Haustiere der Physiologen und Zellforscher. In spiraliger Bahn huschen sie uns durchs Gesichtsfeld des Mikroskops zu schnell, als daß wir sie sogleich genauer untersuchen könnten, und sehr störend, wenn gerade ein kleinerer Organismus unsere Aufmerksamkeit fesselte und plötzlich alles durcheinandergeworfen wird; aber wir können die Bewegungen der Pantoffeltierchen durch Zusatz von Gelatinelösung zum Wasser verlangsamen, wenn wir nicht warten wollen, bis sie von selber zu einiger Ruhe kommen, etwa am Rande des Deckgläschens sich sauerstoffbedürftig ansammeln und in dieser Lage uns willkommene Gelegenheit geben, den Wimperschlag, das Herbeistrudeln und Verschlingen der Nahrungsorganismen, das Pulsieren der Sekretvakuolen, das Kreisen der Nahrungsvakuolen, das gelegentliche Vorschnellen der überall in der Haut steckenden Trichozysten, dem wir durch Chromsäure nachhelfen, und anderes mehr in aller Muße zu verfolgen. Auf der Bauchseite, wenn man so sagen will, liegt in oder hinter der Mitte der Mund, der jedoch hier wie bei anderen Wimpertierchen schon viel schwerer zu finden ist als das ihn umgebende Mundfeld oder Peristom, eine schwach vertiefte und bei dieser Gattung langgestreckt dreieckige, vom Vorderende bis über die Körpermitte hinziehende Fläche, in welcher die Nahrungskörper wie durch einen Trichter dem Mund zugeführt werden. Der Mund führt durch einen Schlund in die Plasmamasse hinein, und in ihm sitzt, wiederum wie bei vielen Ziliaten, eine nur schwer erkennbare undulierende Membran, deren wellenförmige Bewegungen natürlich im Dienste der Nahrungszufuhr stehen. Die Bewegungsweise und die Fluchtreaktionen der Pantoffeltierchen sind im Wesen die gleichen, wie wir sie (S. 44) bei Euglena beschrieben. Doch nicht jedesmal flieht das Pantoffeltierchen von einem Gegenstande, mit dem es in Berührung kam, weg, sondern manchmal bleibt es an ihm mit einem Teil seiner Zilien haften und kommt so zu einer Ruhestellung, wozu, nach Jennings, oftmals die Tiere einer Kultur große Neigung zeigen, die einer anderen aber gar nicht. Auch ist das Tier zu einigen Veränderungen der Gestalt befähigt. Teilungsstadien treffen wir nicht selten. Die alte Mundöffnung verbleibt dabei dem vorderen Sprößling, aber eine Einstülpung von ihr fällt dem hinteren Sprößling zu und entwickelt sich an ihm zu dessen neuem Zellmund.

Die häufigste Art der Pantoffeltierchen ist das $^1/_{10}$ bis über $^3/_{10}$ mm lange, hinten spitz gerundete, gewöhnlich hier einen Büschel längerer Zilien tragende und daher so genannte **Geschwänzte Pantoffeltierchen**, Paramaecium caudatum *Ehrbg.* (Abb. S. 60; Taf. „Süßwasserinfusorien“ bei S. 64 und Tafel „Einzeller I“, 6, bei S. 34). Seine Vorliebe

für Fäulnisstoffe geht so weit, daß es sich ganz besonders auf Tierleichen ansammelt und sie nach und nach ganz durchsetzt, bis zahllose Pantoffeltierchen sich in den Leichnam hineingefressen haben, der ganze Körper mit all seinen modernden Zellgeweben von ihnen wimmelt und schließlich bis auf seine Hartgebilde vollends verzehrt wird, z. B. ganz junge Fische. In anderer Weise können wir diese Infusionstierchen jedoch in noch größerer Menge fast in Reinkultur gewinnen. Noch heute macht man zu diesem Zweck in jedem Laboratorium, wo man die Tiere braucht, Heuaufgüsse oder Infusionen. Man bringt Wasser mit Heu in ein Gefäß, impft nötigenfalls mit etwas Teichwasser — doch ohne Krebschen! —, und nach 8—14 Tagen wimmelt es von den Pantoffeltierchen; auch bilden diese ein auf der Wasseroberfläche erscheinendes Häutchen. Freilich sind noch andere Infusorien darunter. Bringt man nun aber den Heuaufguß ohne das Heu in eine etwa ½ m hohe, aufrecht stehende, unten geschlossene Glasröhre, so steigen die Pantoffeltierchen in ihr alle nach oben und sammeln sich hier zu einem dichten Schwarme an.



Geschwänztes Pantoffeltierchen, Paramaecium caudatum *Ehrbg.* KV Kontraktile Vakuolen, Ma Makronukleus, Mi Mikronukleus, Na Nahrungsvakuolen. Vergrößerung 200:1. Aus Blochmann, „Die mikroskopische Tierwelt des Süßwassers“. 2. Aufl., Hamburg 1895.

Seltener als das Geschwänzte Pantoffeltierchen ist das gleichfalls in faulendem Wasser lebende, hinten breit gerundete und ungeschwänzte Ohrenpantoffeltierchen, Paramaecium aurelia *Müll.* Eine in Abwässern sehr häufige Art ist das kleine Schmutzpantoffeltierchen, Paramaecium putrinum *Cl. et Lachm.*, mit schmal trapezförmigem Körper. Kommen diese drei Arten vorzugsweise in unreinem Wasser vor, so verhält sich unsere vierte und letzte Art, das Taschenpantoffeltierchen, Paramaecium bursaria *Ehrbg.*, gerade entgegengesetzt. Es hat besonders breite Gestalt und ist meist durch symbiontische Zoochlorellen grün gefärbt.

Kleinere Paramäziiden mit weiter vorn oder knapp vor der Mitte gelegenem Munde ohne Peristom sind z. B. das Nierentierchen, Colpidium colpoda *Ehrbg.* (Paramaecium), und das schon oben wegen seiner Zystenbildung erwähnte Heutierchen, Heuinfusor oder Busentierchen, Colpoda cucullus *Müll.* (s. Tafel „Einzeller II“, 9, bei S. 43). Dieses ist $^1/_{20}$—$^1/_{10}$ mm lang, jenes wird noch ein halbes Mal so lang. Den Namen Nierentierchen, der für diese beiden Arten von Wimpertierchen paßt, wollen wir ihrer Gestalt wegen einführen. Sie pflegen neben dem Pantoffeltierchen dem Mikrobiologen am allerhäufigsten zu begegnen. Der gestreifte Körper hat am Vorderende eine gewisse Drehung. Colpoda ist stark seitlich zusammengedrückt, Colpidium ist öfter fast drehrund und entbehrt der undulierenden Membran. In unseren auf Paramäziengewinnung abzielenden Heuaufgüssen ist namentlich Colpidium eine anfangs fast unvermeidliche Form, die jedoch in einigen Tagen wieder zu schwinden beginnt.

Manche zu den ganzbewimperten Infusorien gehörige Gattungen haben eine aus Borsten gebildete Reuse vor dem Munde. Zwischen schwimmenden Fadenalgen werden wir z. B. das dort umherwimmelnde Lippenzähnchen, den Seitenschnabel, Chilodon cucullulus *Ehrbg.* (s. Tafel „Einzeller I“, 4, bei S. 34), selten vermissen. Es ist bei eiförmiger Gestalt abgeplattet und hat vorn einen durchsichtigen, biegsamen Schnabel. Chilodon cyprini *Moroff* kommt bei Karpfen und Goldfischen häufig auf der Haut vor und kann, namentlich wenn er die Kiemen befällt, in Goldfischzüchtereien große Verheerungen anrichten. Durch Farbenpracht entzücken die etwas selteneren Arten der Gattung Reusentierchen (Nassula

Ehrbg.), bei denen der Reusenmund ziemlich weit hinten steht. So ist die Nassula ornata *Ehrbg.* zart blau bis leuchtend violett, N. aurea *Ehrbg.* ist gelblich und birgt in sich neben dunkelvioletten Bläschen meist grüne, violette und braune Nahrungsvakuolen; auf ähnliche Weise wird N. elegans *Ehrbg.* bei grünlichweißer Grundfarbe oft ganz bunt, und N. rubens *Perty* (Cyclogramma) ist zart rosa oder lebhaft rot. Als Chlamydodontidae bezeichnet man diese Familie, nach der marinen Gattung Chlamydodon *Ehrbg.*

Waren wir bisher bei Arten von ziemlich einfacher, meist ovaler, elliptischer oder Paramaecium-ähnlicher Gestalt, so haben die Flaschentierchen (Tracheliidae) meist einen langen, dünnen „Hals". Trachelius ovum *Ehrbg.* sieht aus wie ein dicker Flaschenkürbis; noch abenteuerlichere Gestalten treffen wir in der Gattung Dileptus *Duj.* Der Name Schwänchen ist für Dileptus cygnus *Cl. et Lachm.* (s. Tafel „Einzeller II", 15, bei S. 43) gerade passend wegen des langen und starker Biegungen fähigen Halses, Rüssels oder wie man das verlängerte Stück Vorderkörper nennen will. Daneben haben wir das gleichfalls etwa so zu nennende Schwanengänschen, Dileptus anser *Cl. et Lachm.*, ein bräunliches Tierchen, das, zwischen Pflanzen lebend, oftmals festliegt und mit seinem weniger biegsamen Rüssel umhertastet. Es wird bis 1 mm lang: das wiederum kurzrüsselige Riesentierchen, Dileptus gigas *Cl. et Lachm.*, erreicht sogar 1½ mm Länge. Noch ein anderes Gänschen haben wir, das Zuckgänschen, Lionotus anser *Ehrbg.* (s. Tafel „Einzeller I", 5, bei S. 34), das seinen Rüssel geradezu zurückschnellen kann; und die Zahl der „Rüsselinfusorien" ist damit noch lange nicht erschöpft.

Das muntere Leben der meisten bisher erwähnten Wimpertierchen erscheint uns friedlich. Sie verzehren außer abgestorbenen tierischen und pflanzlichen Organismen und Kleinpflanzen, wie Bakterien und Algen, gelegentlich auch sehr kleine lebende tierische Protozoen, aber nur, wenn diese in den der Nahrungszufuhr dienenden Wasserstrudel hineingeraten. Zwar sind sie unersättlich, und ein Pantoffeltierchen kann daher bei Zimmertemperatur sich in 24 Stunden zweimal teilen, also in 12 Stunden seine Masse verdoppeln. Aber sie fallen nicht größere Organismen oder auch nur gleichgroße an, und einander tun sie nichts. Die Nesselorganellen dienen Paramaecium caudatum wohl nur zur Verteidigung, nicht zum Angriff. Ihr Kampf ums Dasein wird ohne besondere Waffen geführt.

Doch das gilt schon nicht ausnahmslos oder uneingeschränkt. Bewegliche Lippen bei den Nassula- und ähnlichen Arten ermöglichen es den Tieren, die Beute zu packen. Dabei helfen gewiß die Reusenapparate mit, die also keineswegs, wie ihr Name anzudeuten scheint, den Wasserstrom durchzuseihen haben, und mundständige Trichozysten arbeiten dabei nicht als Verteidigungs-, sondern als Angriffswaffen. Dileptus sah man sogar einen kleinen Ringelwurm unserer Gewässer, Chaetogaster, anfallen und zum Absterben bringen.

Solche „unerhörten Kühnheiten" ereignen sich noch öfter bei den Enchelyidae. Es sind das Wimperinfusorien mit endständigem Munde und oft mit einem oder zwei Kränzen stärkerer Wimpern auf dem sonst gleichmäßig bewimperten Leibe. Ein bekannter kühner Räuber unter ihnen ist das Nasentierchen, Didinium nasutum *Stein* (Abb. S. 62 und Tafel „Einzeller I", 7, bei S. 34), das besonders häufig Pantoffeltierchen, gelegentlich sogar das viel größere Trompetentierchen auf folgende Weise überlistet: es schießt aus seinem vorstehenden Mundteil einen protoplasmatischen Rüssel oder eine Zunge — wie man es nennen wolle — auf das Beutetier, bohrt es damit an und hält es fest. Jetzt ist das Pantoffeltierchen gefangen, alles Ausschleudern seiner Trichozysten kann ihm nichts helfen, es muß es sich gefallen lassen, durch ätzenden Saft schnell getötet, von einem sich riesig öffnenden Maule nach und nach

verschlungen und so in 2—3 Minuten bis auf geringe Reste verdaut zu werden. Noch frecher ist die Zahnwalze, Prorodon teres *Ehrbg.*, wenigstens gelegentlich. Denn man sah, wie dieser kleine Organismus ein vielzelliges Tier, den Süßwasserpolypen Hydra, anfällt, und zwar stülpt es sich mit seinem ganzen Leibe auf ein Ärmchen der Hydra, das viel länger als das Wimpertierchen ist, und verdaut es nach und nach bis an seine Wurzel. Auch das kleine, bepanzerte und spärlich mit Wimpern besetzte Büchsentierchen, Coleps hirtus *Müll.*, überwältigt oftmals das 16mal größere Pantoffeltierchen. „Kühne Räuber" nannten wir soeben diese Tiere, in der nüchternen Wissenschaft bezeichnet man sie mit Hesse besser als „Packer", gegenüber den „Strudlern", den friedlicheren Arten, von denen wir oben sprachen. Von einem „Überlisten" der Beute kann eigentlich auch nicht die Rede sein, sondern Didinium schleudert z. B. seinen Rüssel auch gegen allerlei ungenießbare Gegenstände, selbst gegen die Glaswand des Aquariums, und findet somit Genießbares nur durch unermüdliches, aber sicher gedankenloses Probieren. Ihren Namen hat die vornehmlich durch den endständigen Mund gekennzeichnete Familie der Enchelyidae nach der in Gestalt und Ernährungsweise wenig Besonderes bietenden und vielleicht gerade darum „typischen" Gattung Enchelys *Ehrbg.*, die, wie die vorgenannten Arten, in unseren Binnengewässern, namentlich in stehenden, angetroffen wird. Bescheidene Lebensweise führt auch das gestreckt flaschenförmige Tränchen oder Schwanenhälschen, Lacrymaria olor *Müll.* (s. Tafel „Einzeller II", 8, bei S. 43), das an Länge und Zusammenziehbarkeit des „Halses" das Schwänchen noch übertrifft und sich von ihm leicht durch Schlankheit und durch den endständigen, mit Wimperkränzen umstandenen Mund unterscheidet.



Nasentierchen, Didinium nasutum *Stein* (unten), ein Pantoffeltierchen anfallend, das Trichozysten ausstößt. Vergrößerung 200:1. Nach Doflein, „Lehrbuch der Protozoenkunde".

Coleps hirtus vermag übrigens, wie neuerdings von Louis Schulze und H. Geidies beobachtet, bei massenhaftem Auftreten in Aquarien, namentlich zur Sommer- oder Herbstzeit, die Fische wohl durch seine Stoffwechselprodukte zu schädigen, was als Herbstpest der Fische beschrieben wurde.

Ein allen Fischzüchtern nur zu bekannter Hautparasit aus dieser Familie, der namentlich junge Fische oft massenhaft zugrunde richtet, ist der Fischverderber, Ichthyophthirius multifiliis *Fouquet* (s. Tafel „Einzeller III", 14 und 15, bei S. 69), ein erwachsen fast 1 mm großes, rundliches bis eiförmiges, gleichmäßig bewimpertes und zahlreiche zusammenziehbare Vakuolen führendes Wimpertierchen, das in den von ihm erzeugten Hautpusteln der Fische sowie, laut Neresheimer, auf dessen Untersuchungen wir hier zum Teil fußen, häufig in deren Kiemen schmarotzt, seine Vermehrung aber vorwiegend erst nach Herausfallen aus der Haut, und zwar teils im freischwimmenden Zustande durch Zweiteilung bis Achtteilung, teils auf dem Boden in durchsichtigen Fortpflanzungszysten zuwege bringt. In diesen Zysten

entstehen durch fortgesetzte Zweiteilungen eine große Anzahl, bald 100, bald bis 1000, Teilsprößlinge. Diese große Fruchtbarkeit ist zweifellos ein Ersatz für die sonst verhältnismäßig verminderten Möglichkeiten des Fortbestandes bei einem Parasiten. Die ausschwärmenden frei schwimmenden Jungen bohren sich in die Fischhaut ein und werden von ihr umwachsen. Auch in der Schmarotzerperiode sind die Fischverderber in dauernder, und zwar rotierender Bewegung. Heilmittel gegen die Ichthyophthiriuskrankheit sind zur Zeit noch nicht bekannt; der ganze Kampf gegen dieses Übel, wo es aufgetreten ist, hat sich, nach Hofer, nur darauf zu richten, neue Ansteckungen hintanzuhalten. Ichthyophthirius und Chilodon cyprini sind die wichtigsten unter den parasitischen Wimpertierchen, diejenigen Arten, die dem Menschen, und zwar dem Fischzüchter, Schaden zufügen können.

Rückbildung ist eine ganz gewöhnliche Folge des Schmarotzertums. Weiter als bei Ichthyophthirius, der zwar eine einfache, plumpe Gestalt, aber doch noch einen Mund hat und somit Teilchen von der Haut seiner Opfer fressen kann, ist die Rückbildung bei dem im Mastdarm fast jedes Frosches umherwimmelnden schönen, opalartig schimmernden Perlentierchen, Opalina ranarum *Stein* (Familie Opalinidae), gediehen, einem scheibenförmigen, vielkernigen Wimpertierchen (s. Tafel „Einzeller II“, 12, bei S. 43), dem Mund und After, pulsierende und Nahrungsvakuolen völlig fehlen, so daß es seinen Stoffwechsel nur mit dem Zu- und Abstrom von Säften durch seine Haut hindurch besorgen kann. Die Zellkerne sind schon ohne Zusatz von Chemikalien als über 100 helle, runde Flecke zu erkennen.

Zweite Ordnung:

Ungleichbewimperte (Heterotricha).

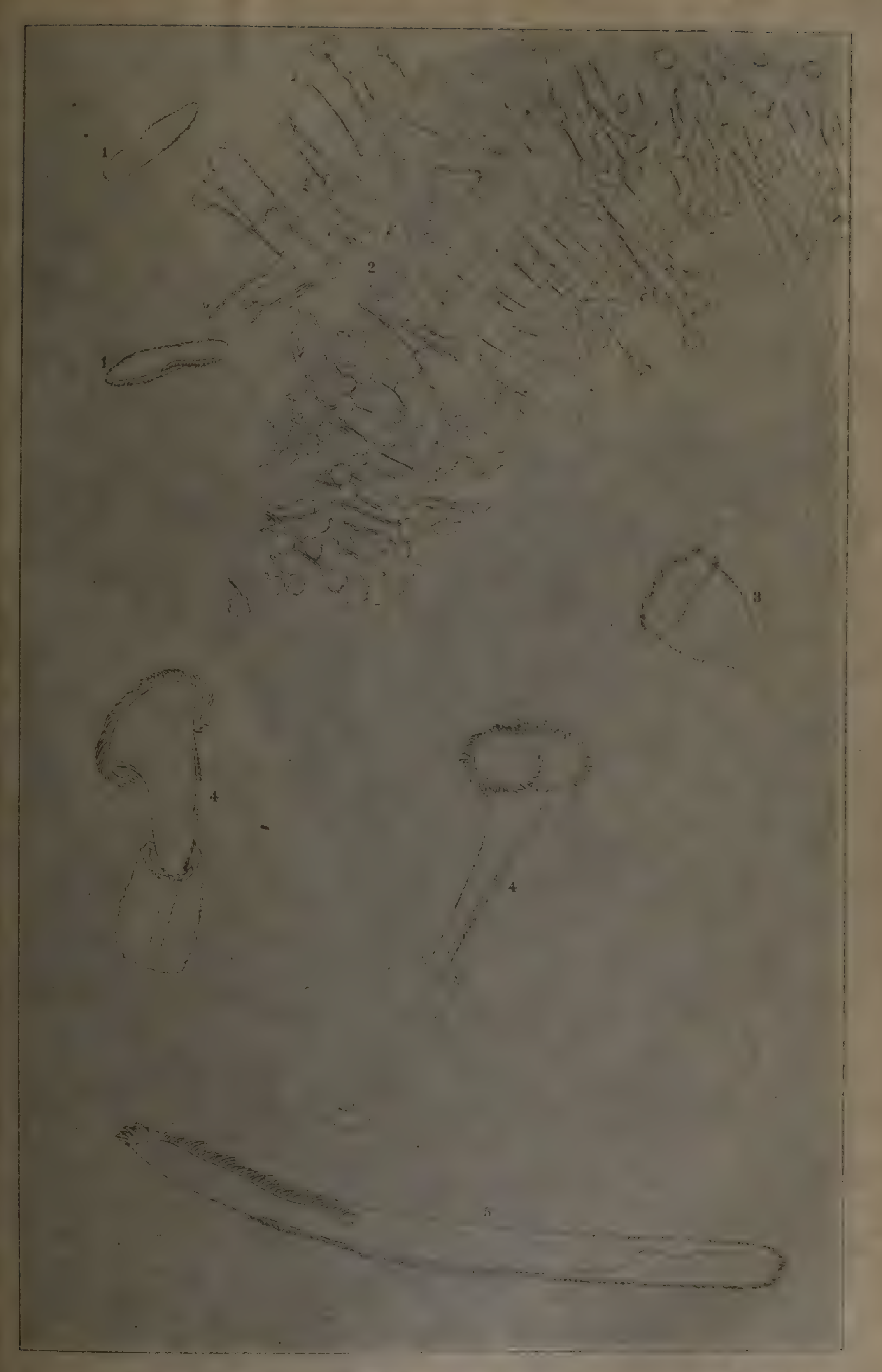
Spirigera, Spiralträger, so hat man zusammenfassend alle im folgenden noch zu behandelnden Wimpertierchen genannt, weil sie am Munde einen meist deutlich spiraligen Kranz besonders großer oder sonstwie auffälliger Wimpern haben, im Gegensatz zu den vorher besprochenen Aspirigera. Der Schlag der Wimpern in dieser Wimperspirale dient natürlich vorwiegend dem Herbeistrudeln von Nahrung, gelegentlich auch der Vorwärtsbewegung. Das gibt ein anmutiges Bild und erinnert bei manchen Formen, z. B. Stentor, an den Wimperschlag der Rädertierchen, wie wir übrigens in mancherlei Hinsicht, in Gestalt, Größe und Bewegungsweise, Übereinstimmungen zwischen den Einzelligen und den Rädertierchen feststellen können, Übereinstimmungen, die man als eine entfernte Konvergenz hinstellen mag.

Wimpertierchen mit derartiger, und zwar linksgewundener Mundspirale und mit gleichmäßiger feiner Bewimperung des ganzen Körpers sind die Ungleichbewimperten (Heterotricha). Es gibt große Tierchen unter ihnen, wie das 1½ mm messende formbeständige Täschchen oder Börsentierchen, Bursaria truncatella *Müll.* (s. Tafel „Einzeller II“, 14, bei S. 43), das in Sümpfen und Teichen in faulendem Blattwerk lebt, oder der an denselben Stätten wohnende Spiralmund oder das Schneckchen, Spirostomum ambiguum *Ehrbg.* (s. Tafel „Süßwasserinfusorien“ bei S. 64), der, ein wahrer Riese unter seinen Klassengenossen, im ausgestreckten Zustande öfters 3 und, laut Blochmann, sogar bis 4,5 mm Länge erreicht, sich biegen, vorwärts und rückwärts schwimmen kann und jederzeit leicht um die Hälfte seiner Länge zusammenschnellt. Beim Täschchen ist das Peristom eine große, trichterförmige Höhle, die vom Vorderende fast bis zum Hinterende des Tierchens

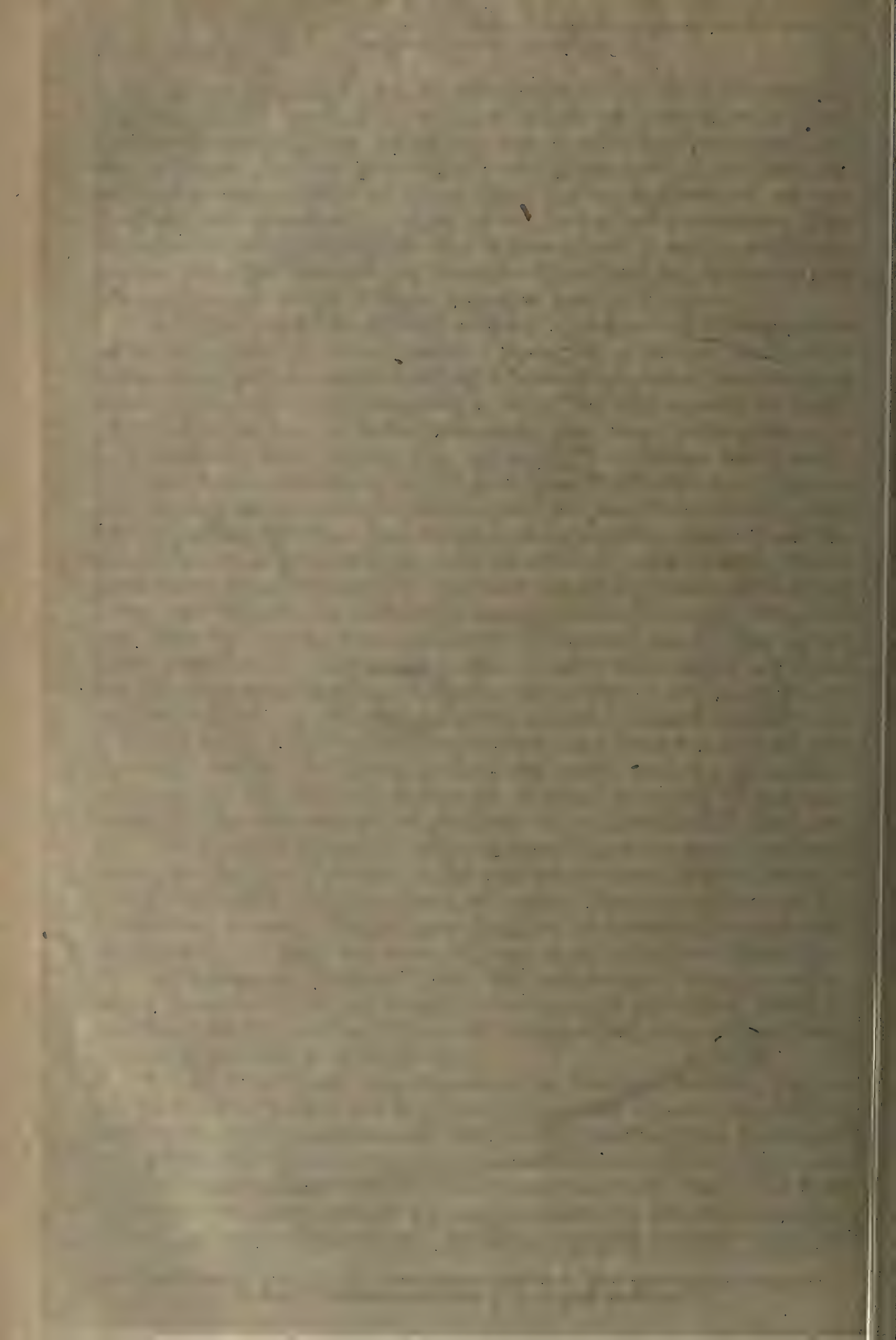
reicht. In ihrer Tiefe liegt die hier aus „Membranellen", d. h. kleinen Ruderplättchen, bestehende Spirale. Der Name Spiralmund ist nach der sich spiralig über den Körper ziehenden Wimperreihe gegeben, deren hinteres Ende sich in den Mundtrichter vertieft. Die zusammenziehbare Blase dieses Tieres erstreckt sich vom Hinterende bis fast zum Vorderende. Die Muskelstreifen der Hautschicht verlaufen spiralig in großer Regelmäßigkeit, und wenn sie sich allesamt zusammenziehen, so verkürzt sich der Körper in einer Spiraldrehung. Diese Eigentümlichkeit findet sich zwar nicht allein bei Spirostomum, ist aber hier am schönsten zu sehen. Mit einem vom Hinterende abgehenden Schleimfaden kann Spirostomum am Boden festhaften und dabei in senkrechter Haltung ins freie Wasser ragen.

Noch leichter und schöner als bei diesen Arten ist das Peristom und die Wimperspirale bei den weitbekannten Trompetentierchen, Stentor *Ok.*, zu erkennen. Auch das sind verhältnismäßig große, im ausgestreckten Zustande 1 mm und noch mehr an Länge erreichende Tierchen, die man daher in Zimmeraquarien, wo man sie nicht selten ungewollt mit Wasserpflanzen einbürgert, schon mit bloßem Auge erkennen kann, mögen sie nun gerade in zusammengezogener, nahezu kugeliger oder doch mindestens birnförmiger Gestalt umherschwimmen oder aber sich mit ihrem Hinterende an Pflanzenteilen festgesetzt haben. In letzterem Falle strecken sie sich aus und lassen ihre Wimperspirale spielen, und selbst diesen Wimpernschlag erkennt man schon mit bloßem Auge wenigstens andeutungsweise. Erleichtert wird ihre Erkennbarkeit und erhöht unsere Freude an den schöngestalteten Tierchen durch die recht lebhaften Farben der einzelnen Arten, die man freilich nicht alle in ein und derselben Gegend finden wird. Die größte Art, die Grüne Trompete, Stentor polymorphus *Ehrbg.*, sieht meist infolge der in ihr hausenden symbiontischen Zoochlorellen ganz grasgrün aus und kommt in stehenden und trägen Gewässern öfters in großen Ansammlungen vor, die das eine Mal schwimmende Schwärme, das andere Mal an Pfählen oder Pflanzenstengeln grüne Rasen bilden. Die noch häufigere Blaue Trompete, Stentor coeruleus *Ehrbg.* (s. die Farbentafel), ist dunkel grünblau wie das Meer, dabei schimmert sie durch und durch wie mancher Edelstein. Sie verdankt ihre Farbe nicht fremden Lebewesen, sondern einem feinkörnigen Farbstoff. Die dritte, häufigste Art, die Graue Trompete, Stentor roeseli *Ehrbg.*, Roesels „Schalmeienähnlicher Afterpolyp" (s. die Farbentafel und Tafel „Einzeller I", 8, bei S. 34), teilt mit der vorigen die Fähigkeit, auch in etwas fauligem Wasser auszudauern, bevorzugt aber dichten Pflanzenwuchs und sitzt namentlich gern an der Unterseite von Wasserlinsen. Wesentlich seltener, aber auch in Schwärmen trifft man die stets kleinere Rote Trompete, Stentor igneus *Ehrbg.*, die bei scharlachroter oder braunroter Grundfarbe — diese beruht hier wie bei St. coeruleus auf äußerst feinen Farbstoffkörnchen — meist noch grüne Zoochlorellen führt. Man kennt auch eine Braune Trompete, Stentor pediculatus *From.*, eine Schwarze Trompete, St. niger *Ehrbg.*, endlich die gleich ihnen recht seltene Schlanke Trompete, St. baretti *Bar.*, die an Größe wiederum den anfangs genannten Arten gleichkommt.

Wer nur einige Freude an der Beobachtung des Kleinlebens empfindet, wird mit dem Studium der Stentoren viele Stunden verbringen. Auch wenn wir ihnen gar nicht besondere Geheimnisse ablauschen wollen, fesselt uns doch schon der Wechsel ihrer Körperform, der durch das ausgiebige Zusammenziehungsvermögen der leicht erkennbaren, unter der Haut liegenden, längsverlaufenden Muskelfädchen bewirkt wird. Kugelig sind sie im Zustande stärkster Zusammenziehung mit eingezogenem Peristom und eingezogener Wimperspirale, doch beim Schwimmen meist birnförmig, von ständig wechselnder Gestalt und

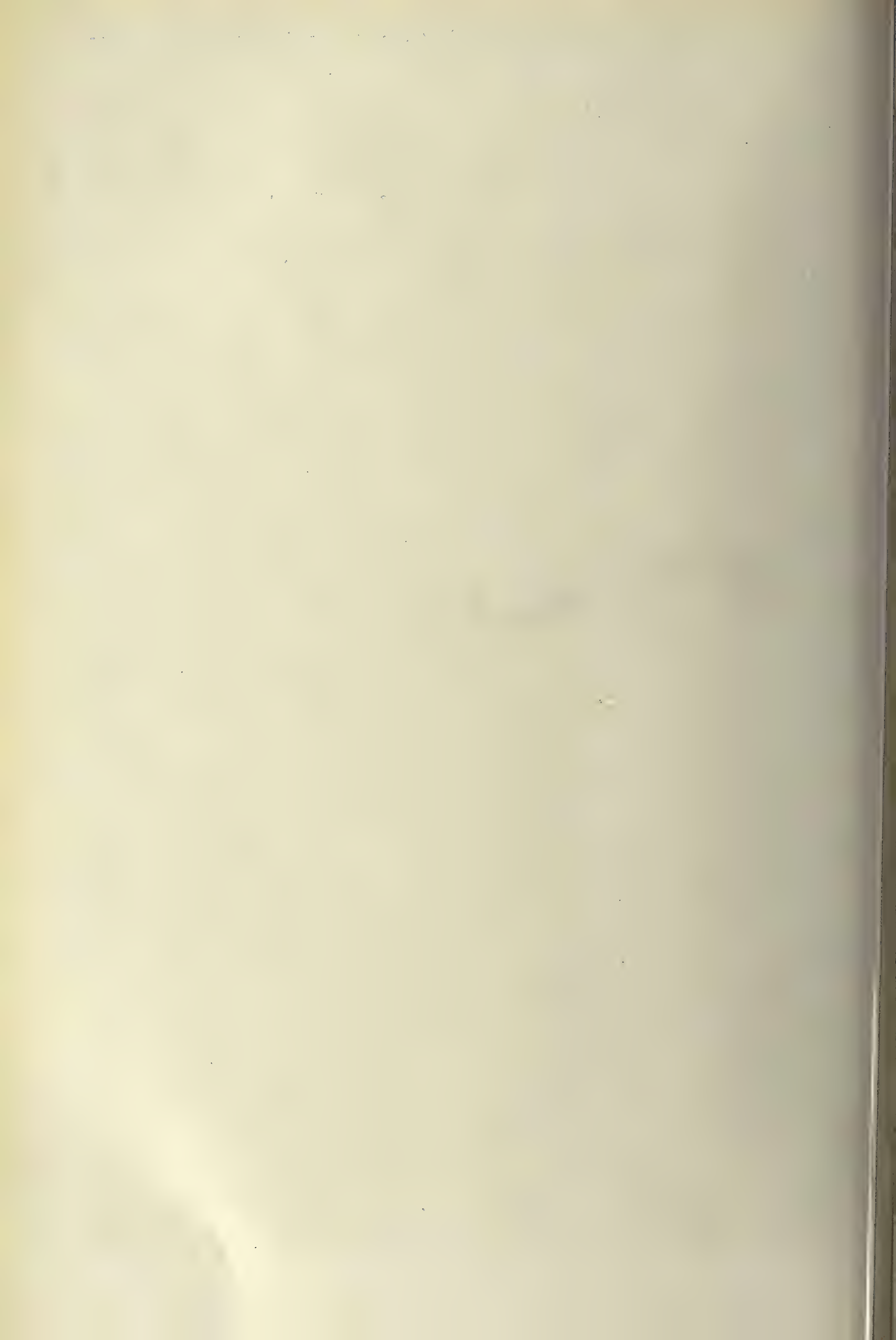


1. Paramaecium caudatum *Ehrbg.* (S. 59). 2. Vorticella nebulifera *Ehrbg.* (S. 62). 3. Stentor coeruleus *Ehrbg.* (S. [illegible]).
4. Stentor roeseli *Ehrbg.* (S. 64). 5. Spirostomum ambiguum *Ehrbg.* (S. 63).





Süßwasser-Infusorien in 80facher Vergrößerung.



Länge. Nun wird es etwas ruhiger im Revier, da tut uns eins der kleinen Wundertierchen den Gefallen und setzt sich vor unseren Augen mit seinem Hinterende, mit seinem „Fuße“, fest. Das ist ihm dadurch möglich, daß es die winzige Fußscheibe als Saugnapf benutzt, vor allem aber durch die greifende Tätigkeit einiger ihr ansitzender längerer, offenbar klebriger Wimpern oder wohl richtiger Pseudopodien, die hier geradeso zweckmäßig angebracht sind wie der sogenannte Finger am Rüssel eines Elefanten. Jetzt reckt sich das Tierchen weiter und immer weiter, wird länger und bekommt immer elegantere Gestalt, biegt sich und schmiegt sich und läßt den Wimperkranz schlagen. Erschüttern wir unversehens unser lebendes Präparat, oder kommt dem Stentor ein anderes Infusor in die Quere, so zuckt er plötzlich stark zusammen, verläßt auch wohl ein anderes Mal nach einigen heftigen Zuckungen seinen Standort und schwimmt davon. „Stentor“, sagte Verworn einmal, „ist eine Muskelzelle einfachster Art“, und obwohl er in anderem Sinne eine Muskelzelle kompliziertester Art ist, vermag sein plötzliches Zusammenzucken und das langsame Sichwiederausdehnen uns eine gute Vorstellung von der Muskelzuckung überhaupt zu geben. Zwischen den Wimpern der Körperbekleidung stehen namentlich bei manchen Arten lange, starre Tastborsten. Die genaueren Untersuchungen Jennings' über das wechselreiche Verhalten von Stentor gegen mechanische Reizung besprachen wir schon (S. 14). Die allgemeine Bewegungsweise des schwimmenden Tieres, sein Aktionssystem, wie Jennings sagt, gleicht wieder im wesentlichen dem von Euglena, Paramaecium und anderen Einzellern. Wenn aber Stentor roeseli beim Schwimmen an feste Flächen oder an die Wasseroberfläche gelangt, so fängt er an, in ganz besonderer Weise zu kriechen. „Er legt“, schreibt Jennings, „seine teilweise entfaltete Scheibe der Fläche an und kriecht rapide dahin, wobei die ventrale Körperseite dicht über die Fläche hinübergebeugt wird. So kann er über einen Haufen zerfallender Stoffe kriechen, indem er allen Unregelmäßigkeiten der Oberfläche schnell und geschickt folgt, als wenn er ihn gründlich untersuchte. Gelegentlich wird auch einmal eine Stelle für den Bau einer Wohnröhre ausgewählt. Man kann dabei sehen, wie bei dem Sichumherbewegen des Stentor auf seiner Körperoberfläche ein zäher Schleim abgeschieden wird. An ihm kleben allerhand Teilchen an und werden hinter dem schwimmenden Tiere mitgezogen. An einer bestimmten Stelle hält das Tier inne und beginnt, sich im zusammengezogenen Zustande schwankend rückwärts und vorwärts zu bewegen, in einem Gebiete von etwa 2/3 seiner Länge, während der Schleim äußerst schnell von der Oberfläche abgeschieden wird. So wird der Schleim zu einer kurzen Röhre oder Scheide verdichtet, in der der Stentor leben soll.“ Nicht jede Stentorenart baut sich solche Gehäuse, Stentor coeruleus z. B. tut es nie. Er kann sich daher jederzeit zu einer kleinen Kugel zusammenziehen, während St. roeseli sich der immer zylindrischen oder gestreckt kegelförmigen Gestalt seiner Wohnhöhlung anpassen muß.

Auch den Wasserstrudel, den St. roeseli hervorruft, wollen wir mit den Worten Jennings' beschreiben. „Beim ausgestreckten Tiere“, sagt dieser unermüdliche Beobachter, „befinden sich die Peristomwimpern in ständiger Bewegung. Wenn man dem Wasser feinkörnige Tusche oder Karmin zusetzt, so lassen sich die folgenden, durch den Wimperschlag hervorgerufenen Strömungen beobachten: der Mund des Tieres bildet den Grund eines Strudels, in den das Wasser oberhalb der Scheibe von allen Seiten hineinströmt. Nur die Teilchen in der Achse des Strudels berühren wirklich die Scheibe; etwas seitlich davon schießen sie alle, ohne zu berühren, an den Rändern vorbei. Teilchen, die die Scheibe erreichen, treiben nach links hinüber, nach der Mundtasche hin, indem sie so einer spiraligen Bahn folgen.

Wenn sie die Mundtasche erreichen, werden sie darin einige Male herumgewirbelt, dann geraten sie entweder am Grunde der Tasche in den Mund hinein, oder sie werden an der ventral in der Mitte liegenden Einkerbung über den Rand der Tasche hinübergewirbelt. In letzterem Falle treiben sie gewöhnlich rückwärts an der ventralen Mittellinie des Körpers entlang, bis sie den Rand der Röhre erreichen. An ihr können sie dann klebenbleiben und so zum Aufbau der Röhre beitragen."

Nicht selten sieht man Stentoren in Teilung begriffen. Der Körper schnürt sich in der Mitte wie gegürtet ein. Die Einschnürung ist bald so tief, daß es aussieht, als ob das Vordertier im Hintertiere wie in einem Trichter stecke. Jenes hat die Wimperspirale, die kontraktile Blase, Mund und Schlund behalten und die obere Hälfte von dem fast den ganzen Körper durchziehenden, bei St. roeseli strangförmigen, bei St. coeruleus und polymorphus perlschnurförmigen Kern. Abgesehen von der Kernhälfte, hat das Hintertier sich alle Organe neu bauen müssen.



Balantidium coli *Malmst.* mit gefressenem Stärkekorn und mit Kotballen im After. Vergr. 500:1. Aus Claus-Grobben, „Lehrbuch der Zoologie".

Auch künstlich lassen sich Infusorien, wie zuerst Gruber bewiesen hat, teilen, ohne daß die Teilstücke absterben, sie regenerieren vielmehr zu vollständigen Individuen, sofern sie ein Stück des Zellkerns mitbekommen haben. Dagegen sterben kernlose Teilstücke von Protozoen, wie man sie bei Stentor, noch leichter bei Amöben oder bei Lacrymaria abschneiden kann, stets rettungslos ab. Die Hälften von der Quere und der Länge nach mit einem scharfen Messer geteilten Trompetentierchen erreichen in kurzer Zeit die ursprüngliche Gestalt, ja, ist ein solches Geschöpfchen durch einen Quer- und einen Längsschnitt gevierteilt oder durch zwei Querschnitte gedreiteilt worden, so behalten alle Stücke ihre volle Regenerationsfähigkeit. Am vorderen Schnittrande eines Mittelstückes entsteht der Mund, am hinteren der Haftapparat. Ishikawa hat durch Chloroformzusatz narkotisierte Stentoren und andere Infusorien nicht durchschnitten, sondern nur eingeschnitten. Die Wiederherstellung der alten Form nimmt nach Erholung von der Narkose oft nur kurze Zeit in Anspruch, die manchmal nur nach Minuten zu messen ist. Die Wunde klafft zwar anfangs, bald aber verkleinert sie sich durch Zusammenbiegung des Tieres um die Schnittstelle. Vergebens war die Bemühung, bei Einschnitten am unteren Ende das Zustandekommen eines Tieres mit zwei Fußenden zu erzielen. Es wird dann vielmehr der eine Schnittzapfen eingezogen, und in 15 Minuten ist die Heilung beendigt. Durch viele Einschnitte kann man geknickte, selbst korkzieherartig gedrehte Tiere gewinnen, die sich allmählich wieder zurechtziehen. Besonders beachtenswert ist an diesen und ähnlichen Versuchen, daß die verwundeten Tiere oft unter starken Krümmungen zu allererst gleichsam die Verwundung zu verkleinern suchen, so daß also, wie in sehr vielen sonstigen Fällen, auch hier der Organismus als Ganzes gegenüber einem örtlichen schädigenden Eingriffe reagiert.

Zu den ungleichbewimperten Infusorien gehört auch das im Dickdarm des Schweins ohne schädliche Wirkung schmarotzende Balantidium coli *Malmst.* Bisweilen, wenn auch selten, tritt es im Dickdarm von an Diarrhöen und anderen Darmkrankheiten leidenden Menschen auf, weshalb es nach der Ansicht mancher Forscher pathogene Bedeutung haben soll. Es ist ein etwa eiförmiges, bewimpertes Tierchen mit leicht erkennbarer Wimperspirale am vorn etwas eingesenkt gelegenen Munde. Anderweitige Parasiten des menschlichen Darmes sind Balantidium minutum *Schaud.* und Nyctotherus faba *Schaud.*

Dritte Ordnung:
Schwachbewimperte (Oligotricha).

Als Schwachbewimperte (Oligotricha) faßt man Infusorien mit linksgewundener, fast kreisförmiger Wimperspirale um das am Vorderende gelegene Peristom zusammen, die keine oder nur in einzelnen Reihen oder Gruppen stehende Wimpern auf ihrem sonstigen Körper haben.

Ein komisches Kerlchen aus dieser Gesellschaft, das nach seiner Gestalt ebensogut der strahlenden Sonne wie einem Igel verglichen werden kann, nach seiner gewöhnlichen Bewegungsweise aber eher einem Floh, ist das häufige kleine Springtierchen, Halteria grandinella *Müll.* (s. Tafel „Einzeller III", 1, bei S. 68). Sein Körper ist etwa kugelig, und auf ihm stehen zerstreut einige steife Borsten. Zeitweilig liegt das Tierchen ruhig, plötzlich fängt es lebhaft umherzuspringen an, als wolle es dem Beobachter einen Schabernack spielen. Genau betrachtet, handelt es sich um ein durch die Borsten bewirktes Rückwärtsschnellen des Körpers, also wohl ganz gewiß um eine Fluchtreaktion, wie Jennings, der erste sorgfältigere Untersucher dieser unliebenswürdigen Tierchen, annimmt.

Die Familie der Halteriidae hat nur wenige Arten. Auch die merkwürdigen Klöppelglöckchen (Tintinnidae) treffen wir im Süßwasser nur in wenigen, seltenen Arten an, die dann stets rein planktonisch in größeren Seen leben, dagegen ist diese auf freie Wassermassen angewiesene Familie im Meere auf hoher See in zahlreichen Arten vertreten. Alle Tintinniden schleppen ein zylindrisches, seltener urnen- oder becherförmiges Gehäuse ständig mit sich umher, was ihnen nur dank der kräftigen Wimperplatten oder Membranellen ihres Peristoms möglich ist; aus seiner Öffnung ragt außer dem Peristomteil nicht viel von dem Tiere heraus. Das Tierchen selbst ist ungefähr stentorähnlich und hält sich auch mit einem Haftapparat, der dem am Fuße des Stentors ähnelt, am Boden des Gehäuses fest. Bei den meisten Arten ist das gallertige Häuschen mit Fremdkörpern, namentlich kleinen Kieselkörnchen usw., überkrustet. Aus dem Plankton der Kieler Bucht allein beschreibt Laackmann zwölf zu verschiedener Jahreszeit, zum Teil nur im Winter auftretende Arten mit zwei Spielarten. Im allgemeinen enthalten gewiß salzreichere Meere noch mehr Arten, doch gibt es, laut Merkle, auch solche, die in größter Menge gerade in dem salzarmen östlichen Teil der Ostsee, im Bottnischen und Finnischen Meerbusen, auftreten. Nicht wenige sind so klein, daß sie durch die Maschen der Planktonnetze oftmals hindurchrutschen und daher mit zahlreichen Flagellaten und manchen anderen winzigen Wesen dem uns erst durch Lohmann vollständiger bekanntgewordenen „Nannoplankton" oder Zwergplankton des Meeres zugerechnet werden müssen.

Die parasitisch lebenden, merkwürdigen Ophryoscolecidae sind Tiere mit starrem Körper und dicker, verkieselter Haut, die am Hinterende oft in eine Anzahl Stacheln oder Zinken derart ausläuft, daß der Panzer fast wie eine Krone aussehen kann; so ist es bei Ophryoscolex purkinjei *Stein* (s. Tafel „Einzeller III", 9, bei S. 68) und anderen Arten der Gattung und bei Entodinium caudatum *Stein*, die alle im Pansen von Wiederkäuern leben. Einen unbewehrten Panzer und ein paariges eigentümliches, an die Ruderantennen eines Cyclops erinnerndes Bewegungsorgan hat das hiernach so zu nennende Zweiflossentierchen, Cycloposthium bipalmatum *Fiorentini*, das mit einer ganzen Anzahl von Verwandten im Blinddarm des Pferdes vorkommt. Alle diese Huftierparasiten, deren man in jeder Portion wiedergekäuter Nahrung eines Rindes eine Menge findet, sind harmlose Tischgenossen ihrer Wirte. Ihre Infektionsweise ist zum Teil noch unbekannt.

Vierte Ordnung:
Bauchwimperer (Hypotricha).

Bei Infusorien von einer „Bauchseite" oder „Ventralseite" zu sprechen, die wir durch die Lage des Mundes als gegeben betrachten, erscheint oftmals wegen der unregelmäßigen Formen und der mit steter Drehung verbundenen Schwimmbewegungen etwas gekünstelt. Dagegen fordern die abgeflachten Bauchwimperer (Hypotricha) förmlich zu diesem Sprachgebrauch auf. Man sehe nur, wie z. B. ein Borstentierchen, Oxytricha fallax *Stein*, oder das noch etwas größere und äußerst komplizierte, ¼ mm lange Muscheltierchen oder Waffentierchen, Stylonychia mytilus *Müll.* (s. Tafel „Einzeller III", 2 u. 16), auf großen vereinzelten Wimpern umherrennt wie eine Laus. Genauere Betrachtung eines Muscheltierchens läßt uns leicht folgende Einzelheiten erkennen. Die gewölbte Rückenfläche ist fast nackt, sie trägt nur vereinzelte feine Tastborsten. Bewegliche, besonders große Wimpern, meist Zirren genannt, stehen, wie auch bei allen anderen hypotrichen Infusorien, nur auf der Bauchseite in geringer Zahl und unregelmäßiger Anordnung. Vorn an der Bauchseite liegt ein quer verlaufender, an den Rändern mit Rudermembranellen (s. S. 64 oben) besetzter Schlitz, der Mund. Mittels der Mundwimpern und zweier Wimperreihen, die rechts und links über den Körperrand hervorragen, schwimmt das Tier in stetiger, gleichförmiger Bewegung. Es kann aber auch, wie oben bemerkt, gehen oder laufen, indem es sich auf die Spitzen der griffelförmigen, starken Wimpern der Bauchseite stützt, sowie durch schnellende Bewegung dieser Wimpern förmliche Sprünge machen. Die drei hinten ausgestreckten Borsten sind unbeweglich. Mit diesen reichen Bewegungsmitteln ausgestattet, saust es mit großer Behendigkeit zwischen den mikroskopischen Pflänzchen umher, fast ununterbrochen Speise, kleine Arten der eigenen Klasse und mikroskopische Algen, in den Schlund hinabstrudelnd.

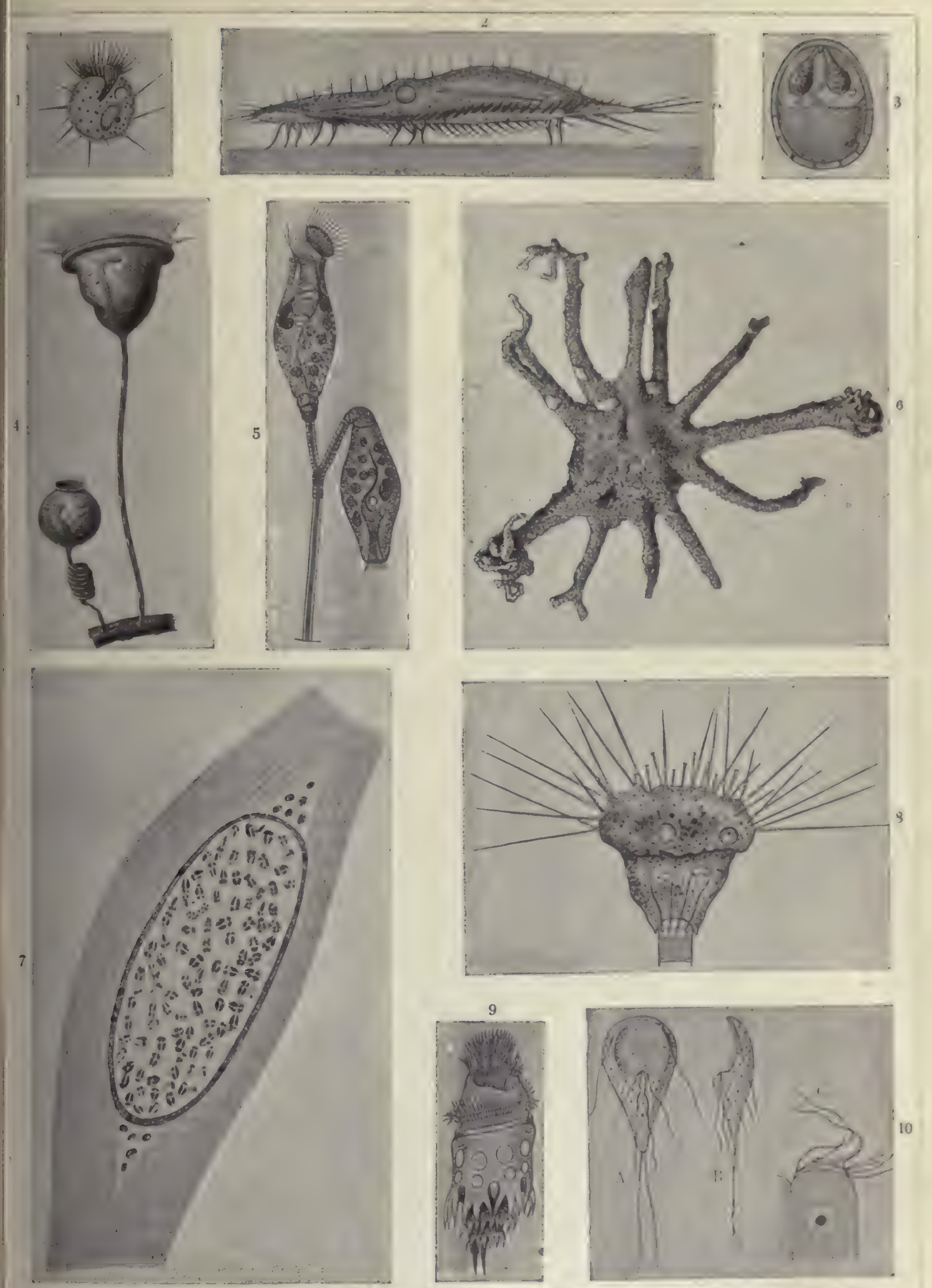
Manches häufige hypotriche Infusor lebt ebensowohl im Süßwasser wie im Meere.

Fünfte Ordnung:
Ringwimperer (Peritricha).

In manchem die kompliziertesten und in vielem die schönsten Infusorien neben den Stentoren umfaßt die Ordnung der Ringwimperer (Peritricha), deren Kennzeichen eine rechtsgewundene Wimperspirale am Peristom und ein sonst unbewimperter, drehrunder, meist glockenförmiger Körper sind. Die Polypenlaus, Trichodina pediculus *Ehrbg.*, die außer der vorderen Wimperspirale einen kräftigen hinteren oder basalen Wimperkranz besitzt und gern auf dem Süßwasserpolypen Hydra umherläuft, auch auf Fischkiemen, auf Froschlarven oder frei zwischen Algen, mag den Hydren vielleicht weniger schädlich, als durch Wegfressen von Pilzen nützlich sein. Aber eine nahe Verwandte von ihr, Cochlochaeta domergui *Wllgr.*, kann mit ihrem stark abgeplatteten, von Wimperkränzen umzogenen Körper zu Tausenden auf Fischen sitzen und sich von den Epithelzellen ernähren. Diese Krankheit, die leicht zum Tode der Fische führt, ist bisher allerdings nur im Aquarium bemerkt worden. Zur glatten Heilung empfiehlt Hofer ¼—½stündige Bäder mit 13prozentiger Kochsalzlösung. Die Arten gehören zur Familie der Glockentierchen (Vorticellidae).

Mehr Vergnügen aber werden wir an den eigentlichen Glockentierchen (Unterfamilie

Einzeller III.



1. **Halteria grandinella** *O. F. Müll.* Vergr. 320:1. Aus Blochmann, Die mikroskopische Tierwelt des Süßwassers. (Zu S. 67.) — 2. **Stylonychia mytilus** *O. F. Müll.*, **laufend.** Vergr. 240:1. Nach Bütschli aus Doflein, Lehrbuch der Protozoenkunde. (Zu S. 68.) — 3. **Spore von Myxobolus pfeifferi** *Thélohan.* Vergr. 800:1. Aus Doflein. (Zu S. 55.) — 4. **Vorticella campanula** *Ehrbg.* (Zu S. 69.) — 5. **Opercularia nutans** *Ehrbg.* Vergr. 225:1. (Zu S. 70.) — 6. **Astrorhiza limicola** *Sandahl.* Natürl. Gr. (Zu S. 26.) — 7. **Größere, mit Sporen erfüllte Zyste von Myxobolus pfeifferi** *Thélohan* **im Muskelfleisch einer Barbe.** Vergr. 200:1. Aus Doflein. (Zu S. 55.) — 8. **Ephelota gemmipara** *R. Hertw.* (Zu S. 72.) Vergr. 260:1. Nach Hertwig aus Doflein. — 9. **Ophryoscolex purkinjei** *Stein.* Vergr. 133:1. Nach Bütschli aus Claus-Grobben, Lehrbuch der Zoologie. (Zu S. 67.) — 10. **Lamblia intestinalis** *Lambl.* A von der Bauchseite, B von links, C an einer Darmzelle festgesaugt. Vergr. 1000:1. Nach Grassi u. Schewiakoff aus Doflein. (Zu S. 43.)



11 und 12. Carchesium polypinum *Ehrbg.*, ausgestreckt und halb ausgestreckt. Vergr. 20:1. (Zu S. 69.) — 13. Arcella dentata *Ehrbg.* Vergr. 140:1. (Zu S. 25.) — 14. Ausschnitt aus der Schwanzflosse eines Zahnkarpfens (Xiphophorus) mit Ichthyophthirius multifiliis *Fouquet.* Vergr. 120:1. (Zu S. 62.) — 15. Teilungszysten von Ichthyophthirius multifiliis *Fouquet.* Vergr. 240:1. (Zu S. 62.) — 16. Stylonychia mytilus *O. F. Müll.*, von oben gesehen. Vergr. ca. 120:1. (Zu S. 68.) — 17. Vorticella campanula *Ehrbg.* Vergr. 133:1. (Zu S. 69.) — 18. Vorticella nebulifera *Ehrbg.* Vergr. 110:1. (Zu S. 69.)
Nach Mikrophotographien von H. Geidies-Kassel-Kirchditmold (Fig. 11, 12, 14, 15 und 17) und von E. Reukauf-Weimar (Fig. 13, 16 und 18).

Vorticellinae) empfinden. Alle Arten, die keine Stöcke bilden, sondern als Einzeltiere auf einem spiralig zusammenziehbaren Stiele sitzen, wie kleine kristallene Blümchen, werden als die Gattung Glöckchen (Vorticella *Ehrbg.*) zusammengefaßt. Der lateinische Name heißt auf deutsch soviel wie Wirbelchen. Manchmal sitzen sie in großen Scharen auf einem Pflanzenblättchen oder -stengelchen beisammen und überziehen diese Teile wie mit einem weißen Schimmel. Jedes Einzeltier hat die Form eines Glöckchens, und um den Glockenmund spielen wiederum Wimperschlag und Wasserstrudel. Kommt aber dem Glockentierchen etwas in die Quere, so läßt es den Wimperkranz einen Augenblick stillstehen und krempt ihn ein, und auf einmal, ehe wir's uns versehen, schnurrt der dünne Blumenstiel zu einer Spirale zusammen; an ihm, der nun viel kürzer ist und das Aussehen eines korkzieherartigen Löckchens hat, sitzt dann das Glöckchen, das jedoch jetzt verkürzt und zum Kügelchen geworden ist und erst nach einiger Zeit wieder den Glockenmund auftut, die Wimperspirale entfaltet und den Wasserstrudel in Bewegung setzt, während gleichzeitig der aufgerollte Stiel sich wiederum streckt. Im hohlen Stiele fällt ein streifiges, in spiraliger Windung verlaufendes Band auf, aus Muskelfibrillen bestehend, die das Zusammenschnurren des Stieles veranlassen und, da sie sich auf den Glockenkörper fortsetzen, auch ihn etwas verkürzen können.

Unter den mehr als 20, zum Teil wohl zweifelhaften Arten, die man beschrieben hat, ist die häufigste das Nebelglöckchen, Vorticella nebulifera *Ehrbg.* (Taf. „Süßwasserinfusorien" bei S. 64 und Tafel „Einzeller III", 17), das durch sein massenhaftes Auftreten an Wasserlinsenwurzeln, Wasserpest, Hornkraut und anderen Wasserpflanzen die bekannten schimmelartigen Nebel bildet. Es beansprucht unbedingt klares, reines Wasser. Eine andere häufige Art ist das etwas breiter gebaute Glockenblümchen, V. campanula *Ehrbg.* (s. Tafel „Einzeller III", 4 und 16), oder, besonders in faulendem Wasser, das Maiglöckchen, V. convallaria *Ehrbg.*, und vor allem das Kleinmündige Glöckchen, V. microstoma *Ehrbg.* Das Grüne Glöckchen, V. chlorostigma *Ehrbg.*, dessen Rasen mitunter Schilfblätter grasgrün überkleiden, ist das einzige blattgrünführende Wimperinfusor.

Höchst lebendig sieht es unterm Mikroskop aus, wenn wir in unserem Gesichtsfelde einmal ein Cyclops-Krebschen festgelegt haben, auf dessen Panzer und Beinen es von Vortizellen zuckt und zappelt, und das diese lebende Bürde gewiß bei allen seinen Bewegungen spürt, indem jede zuckende Glocke als selbstbewegliches Steuer wirkt.

Mitunter sieht man Glockentierchen der Gattung Vorticella, die sich samt ihrem Stiel von der Bodenfläche losgelöst haben und nun durch das Gesichtsfeld des Mikroskops schwimmen. Dabei schnurrt manchmal unter gleichzeitigem Einschlagen des Wimperkranzes der Stiel plötzlich zusammen und streckt sich bald wieder. Die zur Streckung führende Elastizität ist nicht unbedeutend. Liegt einmal in unserem lebenden Präparat außer dem Fußpunkt des Stieles auch das Vortizellenköpfchen fest, so stemmt sich der Stiel zwischen beiden Punkten mit Gewalt auseinander, überwindet dabei, wenn auch unter häufigen Stockungen, die meisten Klemmungen und Reibungen und bildet schließlich eine gekrümmte oder verschlungene Linie. Köpft man die Vortizellen, so schrumpfen fast ausnahmslos die Stiele infolge des sie treffenden Reizes völlig zusammen. Zuckungen führt übrigens an unversehrten Tieren nicht nur der Stiel, sondern auch, was schwerer sichtbar ist, der Glockenkörper aus, und zwar bleiben schwache Zuckungen auf ihn beschränkt, indem sie ihn verkürzen, stärkere pflanzen sich auf den Stiel fort, namentlich wenn er gerade recht gestreckt ist.

Das liebliche Schauspiel der auf und ab zuckenden Glöckchen erleben wir noch einmal, und zwar potenziert, beim Glockenbäumchen, Carchesium polypinum *Ehrbg.* (s. Tafel

„Einzeller III", 11 und 12). Hier sitzen viele Glöckchen an einem kleinen Bäumchen, auf jeder Zweigspitze eins, und selten ist die Glockenkolonie in völliger Ruhe; vielmehr zuckt jetzt hier, jetzt da ein Glöckchen an seinem Zweiglein, und auf einmal schnurrt der ganze Baum, wie elektrisch getroffen, zu einem kaum mehr erkennbaren, doch perlenbehangenen Etwas zusammen, das sich nach einiger Zeit wieder zum herrlichen Glockenbaum auseinanderstemmt. Schon mit bloßem Auge können wir diese Bäumchen, ihre Bewegungen und das Wogen des Wassers um sie erkennen, wenn sie sich in unserem Aquarium z. B. an der Glaswand angesiedelt haben. Im Freien bilden sie wie das Nebelglöckchen öfter schimmelige Überzüge, und zwar Carchesium polypinum in reinem, C. lachmanni *Kt.*, einer der bezeichnendsten Abwässerorganismen, in verschmutztem Wasser. Eine sehr ähnliche Gattung ist Zoothamnium *Stein*.

Bei anderen Arten von Glockenbäumen, den Säulenglöckchen (Epistylis *Ehrbg.*) und Schirmglöckchen (Opercularia *Stein*), sind die Stämme und Äste starr, sie können sich nicht zusammenziehen, bei einer Art aber kann jedes einzelne Glöckchen an seinem Stiele ein launenhaftes Nicken vollführen; es ist dies das Nickende Glockentierchen, Opercularia nutans *Ehrbg.* (Epistylis; s. Tafel „Einzeller III", 5), der bekannteste Vertreter dieser Sippe.

Von der Bildung der Epistylis-Bäumchen hat Stein folgendes beobachtet. „Die Tiere eines Bäumchens und damit auch die Äste desselben vermehren sich durch Längsteilung der schon vorhandenen Tiere. Noch ehe die von vorn und hinten einander entgegenkommende Einschnürung bis zur vollständigen Sonderung zu zwei neuen Individuen vorgerückt ist, sieht man schon, wie die voneinander getrennten Basalenden der neuen Individuen auf ganz kurzen partiellen Stielen sitzen, die also bald nach dem Beginn des Teilungsprozesses aus den frei werdenden Körperbasen ausgeschieden werden müssen. Ist die Längsteilung vollendet, so sind die besonderen Stiele jedes Individuums immer noch sehr kurz. Bei ihrer weiteren Verlängerung, die natürlich immer nur an der Stelle, wo sie mit dem Tierkörper zusammenhängen, erfolgt, eilt häufig das eine Individuum dem anderen voraus, und das Individuum auf dem längeren Stiele schickt sich dann auch früher zu einer neuen Teilung an als sein Gefährte von derselben Generation, und die Folge davon ist eben, daß die Tiere eines Bäumchens nicht alle in gleicher Höhe liegen. Nicht immer endigen die sämtlichen Äste eines Bäumchens in Tieren, sondern einzelne Äste sind von den Tieren, welchen sie selbst ihren Ursprung verdanken, verlassen worden. Dem Ablösen der Tierchen scheint niemals die Bildung eines Wimperkranzes am hinteren Körperende vorauszugehen", wie solches bei den übrigen Glockentierchen und namentlich auch den sich ablösenden Knospen stattfindet. Die bei der Konjugation dieser Glockentierchen vorkommende geschlechtliche Differenzierung wurde schon oben (S. 58) erwähnt. „Die abgelösten Tierchen bleiben ausgestreckt und schwimmen mittels ihres Stirnwimperkranzes im Wasser umher, um an einer anderen Stelle später die Grundlage eines neuen Bäumchens zu werden. Sehr häufig traf ich einzelne Individuen, welche eben erst ein Rudiment eines Stieles aus ihrer Basis ausgeschieden hatten. Ebenso häufig fand ich Stämmchen, die nur erst zwei (unsere Abbildung auf Tafel III) oder drei Tierchen trugen."

Die Kolonien von Glockentierchen erregten schon vor der Mitte des 18. Jahrhunderts die Aufmerksamkeit der Mikrobiologen. Sie wurden von ihnen Trichterpolypen, auch Afterpolypen genannt, und Roesel und seine Zeitgenossen wußten schon, daß sie sich gern auf Schwimmkäfern und Wasserschnecken ansetzen und dem unbewaffneten Auge wie ein weißlicher Schimmel sich darstellen. Auf den Glockenbäumchen wiederum lebt als Halbparasit öfter ein holotriches Infusor, Amphileptus claparedei *Stein*, das die lebenden Glocken gierig verschlingt.

Sechste Ordnung:

Wimperlose (Suctoria).

Etwas abseits von den bisher betrachteten steht innerhalb der Wimpertierchen die Ordnung der Wimperlosen oder Sauginfusorien (Suctoria). Diese mikroskopischen Wesen sind der Mehrzahl nach mit einem Stiele festgewachsen, und sie wählen zum Ort ihrer Befestigung oft andere Wassertiere, im Süßwasser die Flohkrebse und Asseln, Kerbtiere, Stielgerüste von Glockentierchen, Algen, Wurzeln von Wassertierchen usw., im Meere verschiedene Bryozoen und Polypen. Der keulenförmig gestreckte oder rundliche, vorn oft eingesenkte Körper enthält bei Süßwasserarten eine oder mehrere zusammenziehbare Blasen. Wegen des Kerndualismus scheint die Verwandtschaft mit den Wimpertierchen schon annehmbar. Vor allem aber gewinnt ihre Zugehörigkeit zur Klasse der Ziliaten dadurch eine hohe Wahrscheinlichkeit, daß die meisten Suktorien während eines kurzen Schwärmzustandes nach Art der holotrichen, hypotrichen oder peritrichen Infusorien bewimpert sind. Die Wimpern verschwinden, sobald die Tiere sich festgesetzt haben, und diese erhalten nun höchst eigentümliche feine, innen hohle Fortsätze des Protoplasmas oder Tentakeln, durch die, bei Abwesenheit eines Mundes, meist die Aufnahme der Nahrung in das Protoplasma geschieht. Auch den wenigen freilebenden Arten fehlen die Wimpern, und die erwähnten Protoplasmafortsätze sind ihnen gleichfalls eigen. Die Fortsätze befinden sich als vorstreckbare und zurückziehbare, auch in anderer Weise bewegliche Strahlen meist am Vorderkörper, seltener ringsum, endigen oft mit einem Knöpfchen, das gleich einem Saugnapf an die zu bewältigende Beute angesetzt wird, und leiten die aufzunehmende Flüssigkeit in das auf diese Weise fressende Tier hinein. Durch ein becherförmiges durchsichtiges Gehäuse, das in den Stiel übergeht und das Plasmatier mehr oder weniger weit umschließt, zeichnet sich die Gattung Acineta *Ehrbg.* aus.

Die Vermehrungsweise der Saugtierchen weicht meist von derjenigen der anderen Ziliaten ab, denn nur ausnahmsweise teilt sich das Muttertier in zwei ihm gleichende Tochtertiere. Viel öfter werden die schon erwähnten bewimperten Schwärmer gebildet, und zwar bei Podophrya *Ehrbg.* und Sphaerophrya *Clap. et L.* oftmals durch sogenannte „gleichhälftige freie Teilung", bei der der hintere Teil des Muttertieres die Saugfortsätze behält, der vordere, ihm gleich große aber den Wimperbesatz entwickelt, der ihn zum beweglichen Schwärmer macht. Noch öfter erfolgt die Vermehrung durch Knospung, doch dann meist durch eine sehr eigentümliche, nämlich „innere" oder „endogene" Knospung. Dieser Vorgang sieht fast aus, als ob die in Ein- oder Mehrzahl vorhandenen Tochtertiere, welche wesentlich kleiner als das Muttertier sind, von diesem „geboren" würden, denn sie entstehen gleichsam im Inneren des Muttertieres, genauer gesagt am Boden einer tiefen Einsenkung in ihm; so bei Tocophrya *Bütsch.*

Im Meere leben zahlreiche Arten von Suktorien, aber auch im Süßwasser sind sie reichlich vertreten. Zu den bekanntesten gehören Podophrya fixa *Ehrbg.*, ein etwa $^1/_{20}$ mm messendes, allseitig mit geknöpften Tentakeln besetztes Plasmakügelchen, das gewöhnlich mit einem kurzen Stiel auf Algen oder Kerbtieren sitzt, aber auch frei von jeder Unterlage und dann ungestielt vorkommt, und P. libera *Perty*, die viel häufiger frei als gestielt und festsitzend gefunden wird und wesentlich längere Tentakel von drei- bis vierfachem Körperdurchmesser hat. Stets ungestielt bleibt die Gattung Sphaerophrya, die daher sehr schwer

von ungestielten Podophryen zu unterscheiden ist und eine freilebende Art enthält neben zwei parasitischen, S. pusilla *Clap. et L.* und S. stentoris *Maupas*. Jene lebt ektoparasitisch auf Hypotrichen, von deren Saft sie sich ernährt, diese sogar entoparasitisch in Trompetentierchen. Beide sind also Infusorien, die Parasiten von Infusorien sind, und es fehlen somit auch die Erscheinungen des Schmarotzertums nicht innerhalb der Welt der Kleinsten, wie denn z. B. auch kleine Geißelamöben in großer Zahl in Stentoren schmarotzen. Nur ein Raumschmarotzer von Infusorien ist die dreieckige, stets gestielte Tocophrya quadripartita *Clap. et L.*, die besonders an den Stielgerüsten von Epistylis plicatilis, aber auch an Pflanzenteilen sitzt. Die größten Umwandlungen durch Schmarotzertum hat Dendrocometes paradoxus *Stein* (s. Tafel „Einzeller I", 9, bei S. 34) erfahren, der auf den Kiemenblättern des Flohkrebses Gammarus pulex schmarotzt und aus einem halbkugeligen Körper und mehreren verhältnismäßig mächtigen, geweihartig verästelten Tentakeln besteht. Der ihm ähnliche, auf den Kiemenblättern von Asellus aquaticus, der Wasserassel, sitzende Stylocometes digitatus *Clap. et L.* hat zahlreiche, einfach fingerförmige Tentakel, die den Endzinken der Dendrocometes-Arme zu vergleichen sind.

An einer in der Nordsee bei Helgoland, später auch im Mittelmeer gefundenen Art, dem Strahlenfuß, Ephelota gemmipara *R. Hertw.* (Podophrya; s. Tafel „Einzeller III", 8, bei S. 68), beobachtete R. Hertwig manche Besonderheiten; zunächst fand er außer den oben beschriebenen Saugwerkzeugen noch besondere, spitz auslaufende Fangfäden. Er sagt: „Kommt ein Infusor in das Bereich der Fangfäden, so krümmen sich dieselben, indem sie ihr Opfer umklammern. Die Berührung wirkt lähmend und allmählich ertötend. Durch die Verkürzung der Fangfäden wird nun der tote Körper der Podophrye genähert und mit den kürzeren Saugröhren in Berührung gebracht. Dieselben schwellen mit ihren Enden an und fixieren letztere wie Saugnäpfe an der Körperoberfläche. Ihre auf- und absteigende Bewegung nähert und entfernt das abgestorbene Infusor, bis es plötzlich anfängt kleiner zu werden. Es hat sich dann ein Strom von seinem Körper ins Innere der Podophrye etabliert. Bei der Verlängerung der Saugröhre treten die Körnchen der Protoplasmasubstanz des Infusors in diese hinein, die Verkürzung der Saugröhre treibt sie ins Innere des fressenden Organismus." Hertwig gelang es auch, die Vermehrungsweise des Strahlenfußes genauer festzustellen. Wiederum weicht sie vom oben Beschriebenen ab, denn in dieser Gattung herrscht „äußere" oder „exogene Knospung". Es entstehen am Vorderende zwischen den Fühlfäden und den Saugröhren Erhebungen, in deren jede ein Fortsatz des Kernes hineinwächst. Hieraus werden Knospen, plattgedrückte, etwa muschelförmige Körper, die endlich sich ablösen und sich mit Wimpern träge und langsam bewegen. Sie entfernen sich in der Regel nicht weit von dem Muttertiere, sondern setzen sich neben ihm fest, so daß die Tubularien (vgl. S. 111), auf denen die Podophryen am häufigsten leben, von ihnen streckenweise ganz überzogen sind.

Wie alle Suktorien, ist auch der Strahlenfuß selbst wieder den Verfolgungen zahlreicher Feinde ausgesetzt. Ihm „stellen kleine Krebse, besonders Amphipoden und unter diesen wieder vornehmlich die gefräßige Caprella, nach. Ferner bohrt sich an der Verbindung von Stiel und Körper, also an einer Stelle, wo es vor der gefährlichen Waffe der Tentakeln sicher ist, ein rasch sich vermehrendes hypotriches Infusor in das Innere der Podophrye ein und zerstört dasselbe."

Schwämme (Porifera oder Spongiae).

Bearbeitet von Dr. L. Rick.

Wer zum ersten Male mit Schwämmen Bekanntschaft macht, der wird diese sonderbaren Krusten, Knollen oder Stauden eher für Pflanzen als für Tiere halten. Daß die Spongien aber Tiere sein müssen, hatten schon die Untersuchungen des Engländers Fleming im ersten Viertel des 19. Jahrhunderts unbestreitbar ergeben. Es fragt sich, wohin sie zu stellen sind.

Der Körper eines Schwammes ist immer aus einer Vielzahl von Zellen zusammengesetzt. Das kommt nun auch bei Protozoen vor, z. B. bei Volvox (S. 47) und anderen koloniebildenden Formen. Während aber bei diesen die einzelnen Zellen untereinander gleich oder nahezu gleich gebildet sind, treten sie bei Schwämmen zu Zellenverbänden von ausgeprägt ungleicher Beschaffenheit zusammen, zu sogenannten „Geweben". Diese Gewebe dienen je einer besonderen Funktion; sie haben die Arbeiten, die eine Protozoenzelle noch sämtlich allein zu vollbringen hat, unter sich geteilt: das eine Gewebe überzieht den Körper mit einer schützenden Haut, ein anderes stellt das Organ der Nahrungsaufnahme dar. Hierin stimmen die Schwämme mit allen anderen Tieren außer den Protozoen überein. Sie bilden mit ihnen das große Reich der „Gewebstiere" — öfter auch, aber minder treffend, „Vielzellige" genannt — oder „Metazoen". Unter den Metazoen aber stellen die Schwämme, da die Sonderung ihres Zellenbestandes in Gewebe verhältnismäßig am wenigsten vorgeschritten ist, die niedrigsten dar.

Vielzelligkeit und gewebliche Arbeitsteilung kommt nun freilich den Metazoen nicht während ihrer ganzen Lebensdauer zu: am Anfang seiner Entwickelung steht jedes von ihnen einmal auf der Stufe des Einzellers. Bei der geschlechtlichen Fortpflanzung der Metazoen bilden sich in „Geschlechtsorganen" die „Keimzellen", im männlichen Geschlechte „Samenzellen", „Spermatozoen" oder „Spermien", im weiblichen „Eizellen" genannt: Eizelle und Same vereinigen sich, entsprechenden Vorgängen aus der Lebensgeschichte der Protozoen vergleichbar, zum befruchteten Ei, und damit ist das neue, zunächst noch einzellige Individuum ins Leben getreten. — Man erblickt hierin einen Ausdruck des „biogenetischen Grundgesetzes". Es ist fast selbstverständlich, daß vielzellige Gewebstiere von Einzellern abstammen: also beginnen sie ihre Ontogenie als einzelliges Ei, wobei natürlich besondere, zweckmäßige Eigenschaften der Eier: ihre oft bedeutende Größe, der Dottergehalt, Unbeweglichkeit und Ausrüstung mit schützenden Hüllen, als „zänogenetischer" Neuerwerb zu betrachten sind.

Wie das Protozoon sich durch Teilung vermehrt, so teilt sich — im Einklang mit dem biogenetischen Gesetz — auch das befruchtete Ei. Doch trennen sich die Produkte seiner

Teilung nicht, sondern bleiben gedrängt beisammen, so daß bei oberflächlicher Betracht g
der Anschein entsteht, als wenn das Ei sich nur durch äußerliche „Furchung“ in Felder
gliedert hätte. In vielen Fällen sind die „Furchungszellen“ einander gleich, wie bei e r
Protozoenkolonie. Und wenn sich dann die Zellen, was häufig geschieht, zu einer ku
runden, einschichtigen Blase gruppieren, die wohl gar an ihrer Außenfläche mit Wim n
bekleidet ist und mit deren Hilfe im Wasser umherschwimmt, so ist die Ähnlichkeit e r
solchen einfachsten Metazoenlarve, von Haeckel „Blastula“ genannt, mit Volvox eine h
gehende. Es wird anzunehmen sein, daß in der Blastula eine Urahnenform der M
zoen ontogenetisch wiederholt wird, die nichts anderes war als eine kugelförmige Kol ie
von Geißeltierchen. — Vielfach aber, besonders wenn schon das Ei durch Größe und sta n
Dottergehalt zänogenetische Neuerwerbungen erkennen läßt, verläuft der Furchungsvorg g
in anderer Weise. Die Zellen erhalten von Anfang an sehr ungleiche Größe, oder es lt
sich überhaupt nur ein beschränkter, aus reinem Plasma bestehender Oberflächenbezirk es
Eies, der dann wie eine Scheibe auf der Dottermasse schwimmt. Daß in solchen F m
auch die Blastula ihre ursprüngliche Gestalt verlieren muß, ist selbstverständlich.

Auf das Stadium der Blastula folgt bei allen Gewebstieren eine zweite, nicht mi er
bemerkenswerte Larvenform, die „Gastrula“. Sie ist zweischichtig. Ihr äußeres Blatt, as
„Ektoderm“, liefert im weiteren Verlaufe der Entwickelung die Haut und das Nervensy n,
das innere, „Entoderm“ genannt, stellt die Anlage des künftigen Darmes und seiner n-
hangsdrüsen dar. Der vom Entoderm oder „Urdarm“ umschlossene Hohlraum mü et
durch eine Öffnung, den „Urmund“, nach außen. — Wie aber entsteht diese neue Lar n-
form aus der vorigen? Auf mancherlei Weise. Zuweilen spaltet sich die einschic ge
Wand der Blastula durch radiäre Teilung ihrer Zellen in ein Doppelblatt, oder es wan rn
einzelne Zellen der Blastula ins Innere hinein, um sich daselbst zum hohlen Urdar zu
gruppieren. In beiden Fällen bricht der Urmund als Öffnung der Urdarmhöhle ich
außen nachträglich durch. Ungemein häufig aber, bei niederen wie höheren Meta n,
findet sich eine Form der Gastrulabildung, die Darm und Urmund auf die bequemste nd
einfachste Weise gleichzeitig liefert: die Einstülpung. Ein Teil der Blastulawand flach ich
ab, senkt sich ins Innere und dehnt sich darin aus, bis der ursprüngliche Hohlraum er
Blase größtenteils oder ganz verschwunden ist, so, wie die Wände eines eingedrü en
Gummiballes sich aneinanderlegen. Und welche Art der Entwickelung mag — im S ne
des biogenetischen Grundgesetzes — die ursprüngliche sein? Schon ihre Einfachheit nd
weite Verbreitung spricht für die zuletzt genannte, die Einstülpung. Mehr noch der m-
stand, daß wir uns in der Phylogenie zwar eine Einstülpung des Urdarms, nicht er
die anderen Bildungsweisen der Gastrula so vorstellen können, wie eben stammesgeic ge-
liche Vorgänge so durchgreifender Art verlaufen sein müssen: als eine allmählich fort e-
tende, auf jeder Stufe nützliche Veränderung. Die blastulaähnliche Urform wird sic zu-
nächst ein wenig gestreckt und damit die Fähigkeit rascherer Bewegung in bestimmten ch-
tungen gewonnen haben. Das Wasser, das sie beim Schwimmen verdrängt, schlug h er
ihr, wie hinter dem fahrenden Schiffe, in einem Strudel zusammen, der die in ihm nt-
haltenen Nahrungsteilchen den Zellen des Hinterrandes zutrug. Dies geschah in verstä em
Maße, wenn der hintere Teil begann, sich abzuplatten. Als aber gar seine Zellen sich be er-
förmig ins Innere der Blase einsenkten, entstand eine wahre Falle, in die ein krä ger
Wasserstrom reichliche Nahrung hereinsaugen mußte, — je tiefer, um so ergiebiger.

In diesen ungeheueren Verwandtschaftskreis, dessen älteste Vorgeschichte durc die

gemeinsamen Larvenformen Blastula und Gastrula angedeutet wird, gehören, als primitivste Glieder, auch unsere Schwämme. Doch darf man nicht glauben, daß etwa der von koloniebildenden Geißeltieren zu höheren Metazoen aufsteigende Stammbaum in ihnen seine erste Fortsetzung gefunden hätte; diese verbindende Rolle kommt vielmehr den Hohltieren zu. Die Schwämme sind ein Ding für sich, eine am Anfang des Stammbaums abgezweigte Seitenlinie. Das zeigt nicht nur ihre weiter unten zu schildernde, von dem gewöhnlichen Schema verschiedene Entwickelung, sondern auch ihr merkwürdiger Bau.

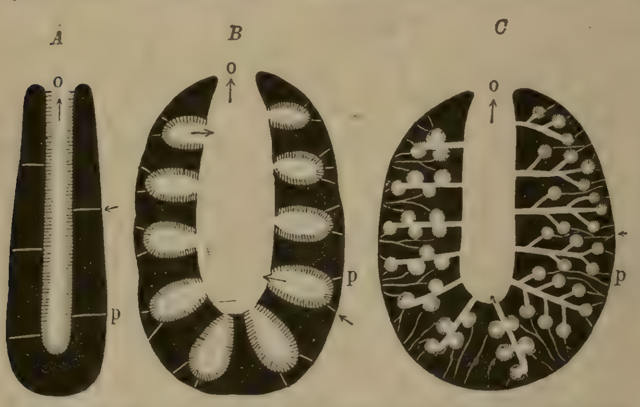
Wie ist ein Schwamm gebaut? Der, den jeder als „Schwamm" kennt, der Badeschwamm, gibt uns kein Bild davon. Er hat eine Reihe von Maßnahmen über sich ergehen lassen müssen, die das lebende Gewebe getötet und zerstört haben. Das elastische Geflecht aus hornartigen Fasern ist nur Skelett, das beim lebenden Schwamm im Körper versteckt liegt. Die lebenden Badeschwämme aber, große, braune oder schwärzliche, eigenartig riechende Klumpen, können auch nicht Ausgangspunkt für eine Betrachtung der Schwammorganisation sein; dazu sind sie schon viel zu kompliziert. An allen Meeresküsten trifft man jedoch zierliche, weiße, etwa zentimeterhohe Schläuche, „Kalkschwämme", deren einfacher Bau den Schlüssel für die verwickelte Struktur aller höheren Schwämme gibt. Im einfachsten Falle, bei dem „Ascon-Typus" (s. die Abb.), ist es nur ein Schlauch, der mit einem Ende festgewachsen ist, während das andere eine größere Öffnung, das „Osculum", zeigt; sie führt in eine große einheitliche Magenhöhle. Aber dies Osculum ist nicht die einzige Stelle, durch die der Schwamm mit der Außenwelt in Verbindung tritt: überall in der Wand des Schlauches öffnen sich kleine „Poren". Was es für eine Bewandtnis mit diesen Öffnungen hat, ergibt ein einfacher Versuch. Man lasse irgendein nicht zu schweres feines Pulver, am besten unlöslichen Farbstoff, auf einen lebenden Schwamm niederrieseln. Durch die Poren wird der Staub in den Schwamm hineingezogen und kommt in regelmäßigem Strom durch das Osculum wieder heraus; dieses ist also Ausfuhröffnung. Der Wasserstrom, der den Schwamm ständig passiert, solange er sich in voller Lebenstätigkeit befindet, bringt dem Tier alle seine Nahrung. Irgendeine Möglichkeit, Beute aktiv zu suchen, zu fangen und sich einzuverleiben, wie es schon viele der Einzeller vermögen und wie es andere festsitzende Tiere wenigstens im Machtbereich ihrer Fangorgane können, besteht nicht. Die Schwämme sind Partikelfresser: all das, was auf einen Schwamm im Wasser niederregnet, anorganischer Staub und organischer „Detritus", die kleinen und kleinsten Zerfallstoffe tierischer und pflanzlicher Organismen, wird mit dem Wasserstrom durch die Poren in den Körper geführt, von Körperzellen aufgenommen und verwertet, so weit es verwertbar ist, der Abfall aber wieder mit dem Wasser aus dem Osculum herausgeschleudert. Der



Schwamm im Ascon-Stadium, schematisch. Nach Heider („Kultur der Gegenwart", Dritter Teil, 2. Band, II. Abt., Leipzig und Berlin 1913). os Osculum, po Poren.

nahrungspendende Strom bringt dazu ständig neuen Sauerstoff für die Durchatmung der Schwammzellen, denn wie bei allen tierischen Organismen ist die Tätigkeit des Plasmas gebunden an das Vorhandensein dieses Lebenselements; genauere Untersuchungen bei einzelnen Formen haben sogar einen recht erheblichen Sauerstoffverbrauch nachgewiesen.

Dieser Wasserstrom kommt durch die Tätigkeit einer Lage von Zellen zustande, die beim Ascon-Typ die ganze Fläche des weiten Magensackes überziehen und die genau so aussehen wie die Choanoflagellaten unter den Protozoen (vgl. S. 43). Am Ende der gestreckten Zellen schwingt aus der Mitte eines Kragens eine Geißel; der Schlag aller Geißeln hält das Wasser in Bewegung. Diese Geißelzellenlage und eine Deckschicht von Zellen an der Oberfläche sind die einzigen gewebeartigen Bildungen bei den Schwämmen. Andere Zellen haben zwar bestimmte Aufgaben, führen diese aber selbständig durch, ohne sich zu ausgesprochenen Geweben zu vereinen. Von diesen Zellen führen alle möglichen Übergänge zu solchen, die überhaupt noch nicht für irgendeine Spezialaufgabe ausgebildet sind, den ganz indifferenten Archäocyten. Maas faßt sie alle außer den Geißelzellen als Dermal- (Haut-) Lager zusammen und stellt diesem das Gastral- (Magen-) Lager, eben die Geißelzellenschicht, gegenüber.



Bauplan der Schwämme, schematisch. Aus J. E. V. Boas, „Lehrbuch der Zoologie". A Ascontyp, B Sycontyp, C Leucontyp. o Osculum, p Poren.

Die Ableitung des Baues der höheren Schwämme vom Ascon-Stadium (Fig. A), das viele in ihrer Entwickelung lange Zeit einhalten, bietet in den Grundlinien keine Schwierigkeit. Es liegt im Interesse des Organismus, die geißeltragende Schicht, deren Strudeln die Nahrung schafft, nach Möglichkeit auszudehnen. So bilden sich an den Seitenwandungen des einfachen Schlauches sackförmige Ausbuchtungen, die „Radialtuben", die innen vom Gastrallager überzogen sind und außen als Höcker hervorragen. Die Geißelzellen ziehen sich dabei in die Radialtuben zurück, während der innere Gastralraum mit dem Osculum nur noch dem ausströmenden Wasser dient. Dies ist eine Stufe in der morphologischen Entwickelung der Schwämme, wie ihn die häufigsten der Kalkschwämme, die kleinen weißen Sycon-Arten, darstellen. Weiter können die porentragenden äußeren Höcker durch Verstärkung des Dermallagers einander nahe rücken und schließlich verschmelzen, so daß der Schwamm äußerlich wieder einen glatten Zylinder darstellt (Fig. B). Wenn sich das Dermallager noch mehr verdickt, so müssen sich besondere Gänge zwischen der Außenfläche und den Radialtuben bilden. Das Wasser strömt dann durch äußere „Ostien" erst in ein System von Kanälen und dann durch die Poren in die Kammern.

Tritt zu diesem zuführenden auch noch ein ausführendes Kanalsystem, so haben wir das Wesen des höchstentwickelten, des sogenannten Leucon-Typus (Fig. C) vor uns. Die „Geißelkammern" münden hier nicht mehr direkt in das zum Osculum führende Hauptrohr, sondern zu mehreren in besondere Ausfuhrräume; zwischen diese und die Kammern können sich noch einmal schmale Ausfuhrkanäle für jede Geißelkammer einschieben. Und schließlich kompliziert sich auch das einführende Kanalsystem, etwa dadurch, daß besondere

Erweiterungen, „Subdermalräume“, darin auftreten. Auf dieser Organisationshöhe stehen die allermeisten Schwämme mit Kieselskelett und alle Hornschwämme.

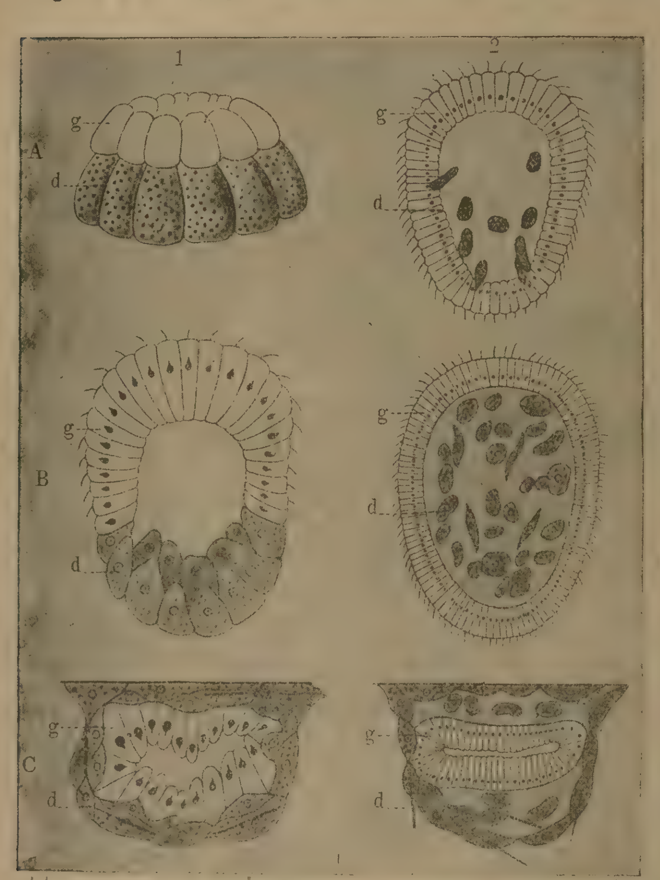
Besonders verwickelt wird das Gewirr von Geißelkammern, Kanälen und Nebenhohlräumen dann, wenn Schwämme — und dies ist fast immer der Fall — Kolonien bilden. Die meisten Schwämme vermögen sich unter günstigen Lebensbedingungen durch Sprossung zu vermehren; aber nur in besonderen Fällen löst sich eine „Knospe“ ab; alles bleibt vielmehr in Verbindung, die neuen Teile bilden ihre Oscula, die dazugehörigen Geißelkammern und Kanalsysteme gehen ineinander über, und es entstehen ausgedehnte Krusten und Klumpen, an denen nur viele große Oscula auf die Vielheit der Individuen hindeuten, die hier in einem Ganzen aufgegangen sind. Doch darf man aus der Zahl der Oscula nicht auf die der Individuen eines Schwammes schließen. Ein solcher Schwamm ist ein geschlossener Verband, dem in der Regel jede Andeutung einer Gliederung in Individuen fehlt, wie sie sonst bei Tierkolonien, etwa den Korallen, auftritt. Die Vorteile der Stockbildung bei den primitivsten und hilflosesten der vielzelligen Tiere liegen auf der Hand: eine je größere Fläche ein solcher Partikelfresser darbietet, um so mehr Futter fällt auf ihn herunter. Je inniger und je gleichmäßiger der Verband der in einem Schwamme vereinten Zellmassen und Kanäle sich gestaltet, um so besser kann die Nahrung verteilt werden.

Teilchen, die durch die Poren eingeführt werden sollen, müssen Kontrolle passieren: die Ostien sind in der Regel von kontraktilen Zellen umgeben, die sich zusammenziehen und die Öffnung verschließen, wenn der Wasserstrom grobe Partikel oder gelöste Substanzen bringt, die diese Zellen „unangenehm berühren“. Auch in den Zuführungsgängen kann nochmals gesperrt werden: sie führen häufig durch große Lücken mitten in einzelnen Zellen (Porocyten) hindurch, die geschlossen werden können. Sind Nahrungskörper in die Geißelkammern gelangt, so werden sie von den Geißelzellen rasch aufgenommen und, wenigstens bei einfachen Schwämmen, auch verdaut; bei höheren wird die Nahrung nochmals an Amöbocyten weitergegeben, die damit in alle Teile des Schwammes wandern. Nirgends aber findet Verdauung durch lösende Säfte statt, wie bei den höheren Tieren, sondern immer werden, wie bei den Protozoen, die Teilchen im Plasma einzelner Zellen von Nahrungsvakuolen umgeben und darin zerlegt (Phagocytose). Auch die Ausscheidung unverdaulicher Reste, etwa der Panzer von Kieselalgen, geht wie bei den Amöben vor sich: sie werden von den „Amöbenzellen“ ausgestoßen und gelangen in den Wasserstrom der ausführenden Kanäle.

Die Archäocyten sind die „Mädchen für alles“ des Schwammes. Ihre Aufgaben sind mit der Aufnahme und Verteilung der Nahrung und der Entfernung des Unbrauchbaren nicht erschöpft; sie spielen auch bei der Vermehrung eine wichtige Rolle. Bei einer Art der ungeschlechtlichen Vermehrung, bei der Knospung, schnüren sich kleine Schwämme von den alten ab. So treten bei manchen Meeresschwämmen (den Tonatiiden z. B.) zu bestimmten Zeiten auf der Oberseite kleine Buckel auf, die sich immer weiter herauswölben und sich schließlich als kleine Kugeln abschnüren. Das Wasser trägt sie fort: werden sie an geeigneten Stellen angeschwemmt, so gehen daraus neue Schwämme hervor. Maas hat nachgewiesen, daß die Knospen nur aus Archäocyten entstehen, die sich dann zu den verschiedenen Zellformen des neuen Schwammes umbilden. Bekannter sind andere, innere Knospen, die alle Süßwasserschwämme und viele Meeresschwämme aus der Ordnung der Monaxonier ausbilden, die Gemmulae. Da treten im Schwamm selbst Archäocyten zu einem Haufen zusammen und werden von einer Hülle umschlossen. Geht die Mutter

durch ungünstige Lebensverhältnisse zugrunde, dann entsteht aus den Gemmulae ein neuer Schwamm, wenn die Bedingungen wieder günstiger werden; ob sie durch Wasserströmung verschleppt werden, ist fraglich.

Die allermeisten Schwämme können sich auch geschlechtlich fortpflanzen. Eier und Samen entstehen aus Archäocyten, bei manchen Arten in ein und demselben Schwamm, bei anderen sind die einzelnen Individuen rein männlich oder rein weiblich. Die Befruchtung der Eier erfolgt im mütterlichen Organismus, und hier entwickelt sich in der Regel auch das befruchtete Ei bis zu einer selbständig beweglichen Larve. Oft ist das ganze Gewebe eines Schwammes dicht mit solchen Larven gefüllt. Sind die winzigen, stumpf eiförmigen Dingerchen ausgeschlüpft, dann schwimmen sie erst durch den lebhaften Schlag ihrer Geißeln, die sich meist nur auf einem größeren Teil des Körpers finden, im Wasser herum, suchen sich aber bald einen Ruhepunkt und setzen sich mit dem „Geißelpol“ an. Dieser flacht sich ab und drückt sich ins Innere der Blase, wobei die Geißeln verlorengehen; die Zellen des anderen Poles ziehen sich über das ganze Gebilde. Darauf streckt sich die festsitzende Larve, und im Inneren entsteht ein größerer Hohlraum, der zur Gastralhöhle wird; die Geißelzellen der Larve bilden neue Geißeln aus und werden Gastralzellen, während sich aus den Zellen der äußeren Schicht die verschiedenen Zellformen des Dermallagers bilden. In kurzer Zeit ist wieder ein asconartiges Schwämmchen vorhanden (Fig. 1, A—C). Verwickelter geht's bei anderen zu: die Geißelzellen können bei der freischwimmenden Larve die ganze Oberfläche einnehmen, während die dermalen Zellen das Innere ausfüllen (Fig. 2, A—C). Nach dem Festsetzen der Larve wandern dann die Zellen durcheinander, und es muß eine völlige Umlagerung beider Schichten herbeigeführt werden, um ihr endgültiges Lageverhältnis herzustellen. — Im ganzen gleicht die erste Entwickelung des Schwammes, die Bildung der Geschlechtsprodukte und die Furchung der befruchteten Eizelle, dem, was von höheren Gewebstieren bekannt ist. Aber nach der Furchung schlagen die Larven der Schwämme eigene Wege



Embryonalentwickelung der Schwämme: 1) von Sycon, 2) von Clathrina. Nach **Maas** („Handwörterbuch der Naturwissenschaften“, Bd. VII, Jena 1912). A Embryonen, B freischwimmende Larven, C Ansatzstadien. d Dermalzellen, g Gastralzellen.

ein, und zur Ausbildung von Keimblättern mit ihren von vornherein festgelegten Lagebeziehungen, wie sie sich bei allen übrigen Metazoen finden, kommt es noch nicht.

Aus den Dermalzellen des jungen Schwammes sondern sich schon früh **skelettbildende Zellen** aus. In ihrem Inneren wird bei den „Kalkschwämmen" kristalliner kohlensaurer Kalk, und zwar, wie sein optisches Verhalten beweist, in der Form des Kalzits, bei den „Kieselschwämmen" kolloidale Kieselsäure abgelagert. Es sind meist mikroskopisch kleine Skelettstückchen von oft ganz wunderbarer Zierlichkeit, die durch Anlagerung, entweder in Einzelzellen oder in sogenannten Syncytien (Zellverbänden, deren Zellplasma verschmolzen ist, während die Kerne getrennt bleiben), heranwachsen. Bei vielen Kieselschwämmen tritt zu der mineralischen noch eine organische Stützsubstanz, das „Horn" oder **Spongin**. Bei den echten „Hornschwämmen", wie dem Badeschwamm, ist es schließlich allein vorhanden und bildet ein Gerüst aus zahllosen miteinander verfilzten Fasern. Diese werden von ganzen Reihen von Zellen in einzelnen aufeinanderfolgenden Lagen ausgeschieden. Chemisch gehört das Spongin zu den Albuminoiden, wie die Seide, und hat einen nicht unbedeutenden Gehalt an Jod, bis zu 14 Prozent. Daher rührt die Heilwirkung der „Spongiae ustae" gegen den Kropf, die lange vor Entdeckung des Jods und seiner Eigenschaften zufällig gefunden wurde. Übrigens haben manche Hornschwämme die Fähigkeit, ihr Skelett durch anorganische Bestandteile zu festigen: zufällig auf den Schwamm geratene Sandkörnchen, Schalen von Foraminiferen und Radiolarien, Nadeln anderer Schwämme und anderes, was nicht zu groß ist, wird in den Schwamm aufgenommen und in das Skelett eingeschlossen. Die Anordnung aller stützenden Teile richtet sich genau nach den Ansprüchen, die die Wasserströmung am Standort eines Schwammes an seine Festigkeit stellt; es sieht oft aus, als hätte ein Ingenieur das Skelettgerüst nach den Gesetzen der Mechanik konstruiert.

Der Einfluß des bewegten Wassers macht sich übrigens nicht nur in der mannigfachen Ausgestaltung der einzelnen Stöcke einer Art je nach dem Standort geltend, auch die Verteilung der großen Gruppen über die Meere ist dadurch gegeben. In der stark bewegten Küstenzone gedeihen nur Schwämme mit außerordentlich festen, kompakten Hartteilen, wie zahlreiche Kieselschwämme, oder mit sehr nachgiebigem, elastischem Skelett, wie die Hornschwämme. Harte Kieselschwämme fehlen dagegen in der ruhigen Tiefsee fast ganz; sie ist das Reich der ungemein feinen, zerbrechlichen „Glasschwämme". Mittlere Tiefen beherbergen vorwiegend Arten mit Skeletten von mittlerer Festigkeit.

Von äußerlich wahrnehmbaren Lebenserscheinungen kannte man bei Schwämmen lange Zeit nur das langsame Öffnen und Schließen der Oscula. Erst neue genauere Untersuchungen über ihr Verhalten, namentlich durch den Amerikaner G. H. Parker, ließen verschiedene, freilich sehr einfache Reaktionen auf eine ganze Reihe von Reizen der Umwelt auch für sie erkennen. Dabei gleichen sie den Einzellern insofern völlig, als Reizaufnahme und Reaktion noch an ein und dieselbe Zelle gebunden sind. Alle Zellen eines Schwammes sind für sich reizbar, wenn auch die Gastralzellen z. B. nicht genau in der gleichen Weise wie die kontraktilen Zellen in der Umgebung der Öffnungen. Nerven oder nervenartige Verbindungen, die eine Reaktion des Organismus oder bestimmter Teile als Ganzes ermöglichen würden und bei allen übrigen Metazoen in verschiedener Höhe der Entwickelung auftreten, fehlen ganz. Wenn der Verschluß eines Osculums durch die Zusammenarbeit einer ganzen Reihe von Zellen zustande kommt, so liegt dies daran, daß alle in gleichem Sinn gereizt werden, etwa wenn der Schwamm aus dem Wasser gehoben wird. Bei einem Schnitt oder Stich erfolgt der Verschluß dagegen nur ganz allmählich und bloß dann, wenn der

Experimentator diesen groben mechanischen Eingriff in der Nähe einer solchen Öffnung vorgenommen hat; der Reiz wird dann über kurze Entfernungen direkt von Zelle zu Zelle weitergegeben, ohne daß bestimmte Leitungsbahnen irgend nachweisbar wären. Das Schließen der Oscula ist fast die einzige Form der Antwort, die man bei Schwämmen allgemein beobachten kann. Zahlreiche, namentlich Küstenformen, vermögen die ganze Oberfläche mehr oder minder rasch zusammenzuziehen, so daß durch das darunterliegende unnachgiebige Skelett eine Art Skulptur auf der Oberfläche hervortritt. Ferner können sich auf Reize hin noch die dem unbewaffneten Auge unsichtbaren Ostien schließen, und der Schlag der Geißeln in den Kammern kommt auf chemische oder Temperaturreize hin zum Stillstand; aber alle diese „reaktiven Organe" sind ganz unabhängig voneinander tätig. Beantwortet werden von den Schwammzellen vor allem mechanische Reize, die ja unter normalen Bedingungen überwiegen, dann chemische, thermische und elektrische. Auf Lichtreize antworten verschiedene Spongien ebenfalls; bezeichnenderweise reagieren darauf aber die freibeweglichen Wimperlarven viel stärker als die ausgebildeten, festsitzenden Tierstöcke. Bei den Larven kennt man sogar eine ausgesprochene negative und positive Phototaxis und darf vielleicht Anhäufung von Farbstoffen an bestimmten Stellen als Einrichtung zur Aufnahme von optischen Reizen, als allereinfachstes „Sehorgan", ansprechen.

Experimentiert wurde mit Schwämmen übrigens schon lange aus praktischen Gründen: man bemühte sich, die Badeschwammkulturen dadurch hochzubringen, daß man Schwämme zerschnitt, um die Teilstücke wieder zu großen Stöcken heranwachsen zu lassen. Die Ergebnisse waren jedoch nicht ermutigend; die Teilstücke wurden zwar wieder zu vollständigen Schwämmen, aber sie beeilten sich nicht, das Verlorene zu erneuern. Ist die Wundfläche verheilt, so ist eben bei der großen Selbständigkeit aller Zellen schon wieder ein lebensfähiger Schwamm da. Von einer eigentlichen „Regeneration", einer „Wiedererzeugung", kann man in diesem Fall nicht sprechen. Doch ist bei einigen Schwammarten ein regeneratives Geschehen anderer Art bekannt, das geradezu an das Wunderbare grenzt. Ein Stückchen eines solchen Schwammes wird im Wasser des Versuchsbassins mit den Fingern zerdrückt und völlig zerrieben oder durch feine Gaze gepreßt. Die Bruchteilchen, darunter viele isolierte Zellen, fallen auf den Boden, und ein großer Teil wird durch Pilze vernichtet; manche Zellen aber wandern, tun sich zusammen, und aus einem solchen Zellkomplex wird unter günstigen Bedingungen wieder ein kleiner vollständiger Schwamm. Wilson preßte Schwämme durch feine Gaze und mischte die Zellen zweier Arten: sie trennten sich fein säuberlich nach der Spezies; von jeder Art bildeten sich besondere Zellgesellschaften. Ob sich bei diesen nur Archäocyten beteiligen, aus denen nachher alle übrigen Zellarten hervorgehen, oder ob schon gleich Dermalzellen, Geißelzellen und andere aus dem allgemeinen Zellbrei mit übernommen werden, ist eine noch offene Frage.

Bei der niedrigen Organisation der Schwämme ist nicht verwunderlich, daß sie unter ungünstigen Lebensbedingungen in ihrem Wachstum zurückzugehen, sich zu „reduzieren" vermögen. Solche Reduktionen treten häufig bei Schwämmen ein, die in Aquarien gehalten werden; bei Kalkschwämmen erzielte sie Maas, indem er dem Wasser langsam den Kalk entzog. Der ganze Schwamm beginnt sich dann zusammenzuziehen; seine Zellmasse konzentriert sich immer mehr und zerteilt sich schließlich in einzelne Stränge. Es können Körperchen übrigbleiben, die ähnlich aussehen wie die erwähnten Gemmulae (s. Fig. D der Abbildung auf S. 93). Solche Reduktien (K. Müller) können wieder zu neuen Schwämmen auswachsen, wenn sich die Lebensverhältnisse bessern.

Erste Klasse:

Kalkschwämme (Calcarea oder Calcispongia).

Nach dem einfachen und ursprünglichen Bau des Weichkörpers muß die Klasse der Kalkschwämme an erster Stelle stehen; die oben gekennzeichneten Stufen der Schwammorganisation finden sich hier in schematisch klarer Ausbildung. Das Skelett besteht nur aus Kalzit, d. h. kohlensaurem Kalk. Die einzelnen Skelettelemente sind in der Regel mikroskopisch klein, nur manche, wie die Nadeln in den „Halskragen" um die Oscula vieler Arten, auch dem unbewaffneten Auge erkennbar. Außer solchen „Stricknadeln", wie sie ihrer Form nach treffend genannt werden, finden sich drei- und vierstrahlige Sterne; entweder gibt es immer nur eine Sorte von Skelettelementen bei einer Schwammart, oder die verschiedensten Kombinationen von zwei oder allen drei zugleich, Ein-, Drei- und Vierstrahlern. Die Kalkteile erfüllen den Schwamm gewöhnlich in solcher Masse, daß Körpergestalt und Umfang auch beim Eintrocknen unverändert bleiben.

Der Standort ist für das Aussehen eines Kalkschwammes maßgebend; die Veränderlichkeit der Formen ist ganz gewaltig und die Abgrenzung von Arten dadurch außerordentlich erschwert. Schon Haeckel sprach nach Tausenden von Beobachtungen aus, daß die von ihm namhaft gemachten Arten vielleicht großenteils nur Standortsformen sind, bei denen sich gewisse Eigenschaften durch lokale Bedingungen befestigt haben, und wenn Dendy und Row (1913) 436 Kalkschwammarten aufführen, so tun sie dies unter allem möglichen Vorbehalt, da es noch heute ganz unbekannt ist, in welchem Grade die einzelnen Arten abändern.

Kalkschwämme scheinen nur in Meerwasser vom durchschnittlichen Salzgehalt leben zu können; in Brackwasser ist noch keiner gefunden worden. Die meisten fliehen das Licht und siedeln sich an dunkeln Stellen, unter Steinen, in Felsspalten und im Dickicht der Algen und des Seegrases an. Vielfach sitzen sie auch im Inneren leerer Tiergehäuse, in Muschelschalen, Schneckenhäusern, Seeigelschalen, Wurmröhren usw.

Nur ein paar Hauptvertreter: die Sackkalkschwämme (Homocoela oder Ascones) erheben sich nicht über die Stufe des Ascon-Stadiums. Es sind einfache oder verzweigte, geschlossene oder offene Zylinder mit dünnen Wandungen. Häufig sind sie von solcher Zartheit, daß sie sich im Wasser kaum durch einen weißlichen Schimmer bemerkbar machen.

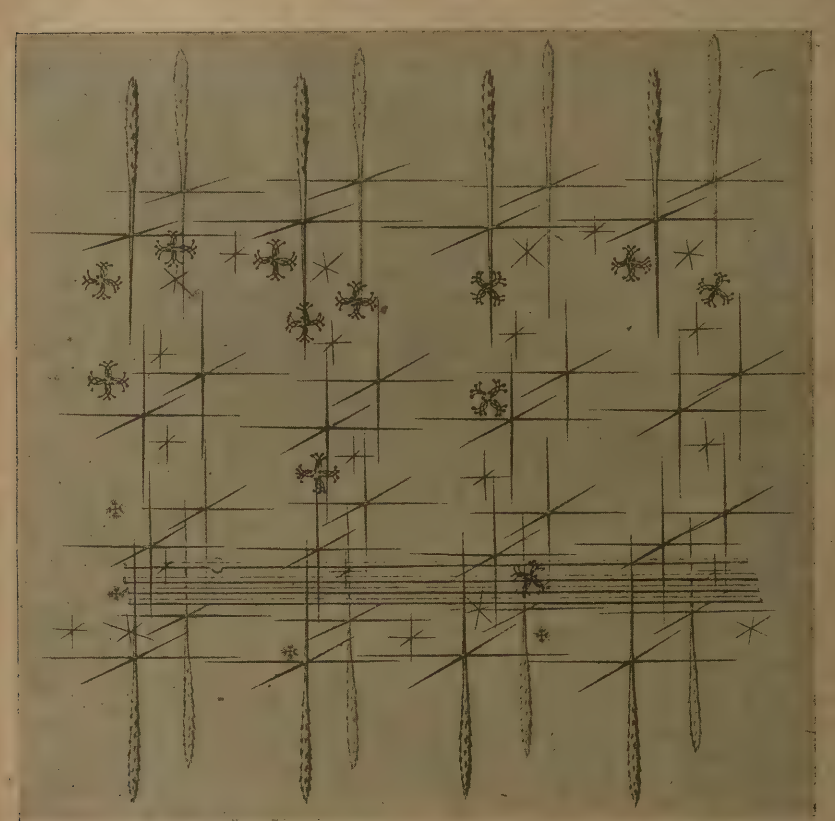
Die schönsten sind die Wabenkalkschwämme (Syconidae), deren Organisation auf der Höhe des Sycon steht, in der Regel Einzelindividuen, zierliche, rein weiße, seidig glänzende Zylinder und Becher von etwa 1—2 cm Höhe im Durchschnitt; doch gibt es Einzelröhrchen bis zu 10 cm Höhe und fast 1½ cm Breite, wie bei dem australischen Sycon giganteum *Dendy*. Einer der allerhäufigsten ist der kosmopolitische Sycon raphanus *O. Schm.* (s. Tafel „Seeschwämme", 4, bei S. 95), dessen Mündung mit einem trichterartigen Kranz schlanker Nadeln umstellt ist. In Seewasseraquarien besiedelt er Glasscheiben und Steine bald in Menge, wenn zufällig ein Stück eingeschleppt wurde. Larven finden sich unter günstigen Bedingungen das ganze Jahr hindurch im Gewebe der Syconen.

Bei den Knollenkalkschwämmen (Leuconidae) sind die Wandungen durch die Ausbildung des komplizierten Leucon-Kanalsystems stark verdickt. Entweder sind sie Einzelindividuen, oder es finden sich lockere Kolonien, deren Einzelindividuen noch wohl zu unterscheiden sind, wie bei der im Mittelmeer häufigen Leuconia aspera *O. Schm.* (s. Tafel „Schwämme", 3, bei S. 86).

Zweite Klasse:

Sechsstrahl- oder Glasschwämme (Hexactinellida).

Glasschwämme heißen die Vertreter einer vorwiegend in den Tiefen der Meere auftretenden Klasse der Schwämme, weil ihr Kieselskelett, wenn es von den spärlichen Weichteilen befreit wird, einem meist wunderbar feinen Flechtwerk aus dünnen Glasfäden gleicht. Ob die Kieselgebilde isoliert voneinander bestehen oder nur durch Widerhaken und Fortsätze sowie durch das weiche Körpergewebe miteinander in Verbindung bleiben, ob sie miteinander verschmolzene, an Zierlichkeit nicht zu übertreffende Geflechte bilden, immer ist die Gestalt, welche diesen Bildungen zugrunde liegt, ein Sechsstrahler mit drei aufeinander senkrecht stehenden Achsen. Aber diese Grundgestalt kann sehr weitgehenden Veränderungen unterliegen. Durch das Verschwinden einzelner Strahlen entstehen Fünf-, Vier-, Drei- und Zweistrahler, letztere meist scheinbar Einachser von mitunter ganz beträchtlicher Länge. Die Umgestaltung der Strahlen schafft Formen von einer Eleganz und Verschiedenheit, wie sie die Phantasie kaum erdenken kann, und nur die Radiolarien (s. S. 35) übertreffen sie in dieser Beziehung. Häufig treibt der nach außen gerichtete Strahl eines Fünf- oder Sechsstrahlers zahlreiche schräge Äste: es entstehen reizende „Tannenbäumchen" (Pinuli), Schutzvorrichtungen in der Schwammrinde, die Druck aufnehmen und verteilen. Bei der einen Ordnung der Glasschwämme, den Hexasterophoren, werden die Spitzen der Sechsstrahler umgewandelt: sie können durch zierliche gezackte Scheibchen abgestumpft werden, oder sie können sich in einen Busch feinster, regelmäßig angeordneter Stachelchen auflösen, die

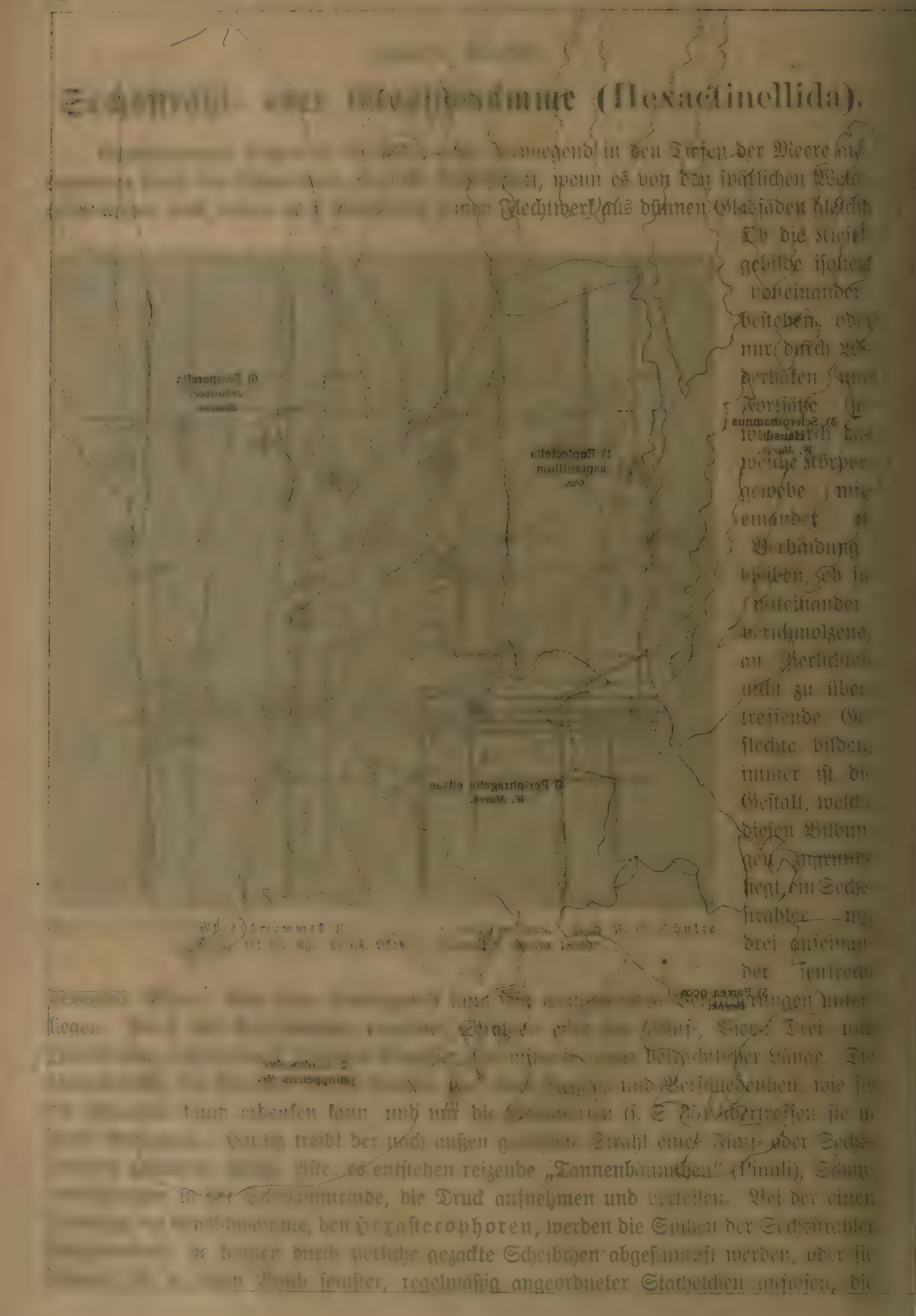


Kieselnadeln des Glasschwammes Sarcocalyx pedunculata. Nach F. E. Schulze („Abhandl. III der Kgl. Preuß. Akad. d. Wissensch.", Berlin 1895).


3) Sclerothamnus
clausii
W. Marsh.
1) Euplectella
aspergillum.

[illegible] (Hexactinellida).

[illegible] vorwiegend in den Tiefen der Meere [illegible] [illegible], wenn es von den spärlichen Wei[illegible] [illegible] einem Flechtwerk aus dünnen Glasfäden gleicht.

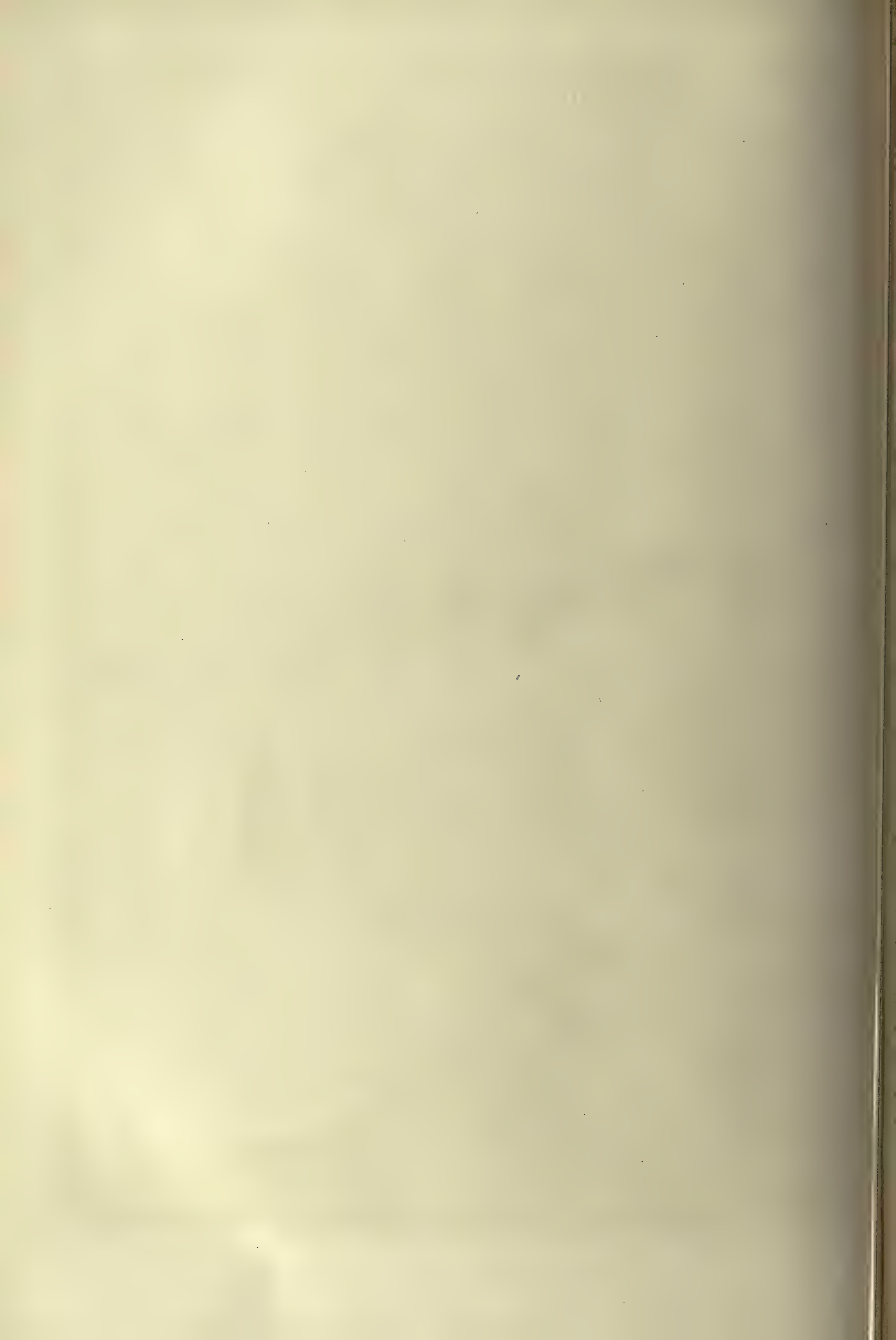


Ob die Kieselgebilde isoliert voneinander bestehen, oder nur durch Verhäkeln und Fortsätze [illegible] durch das weiche Körpergewebe miteinander in Verbindung bleiben, ob sie miteinander verschmolzene, an Zierlichkeit nicht zu übertreffende Geflechte bilden, immer ist die Gestalt, welche diesen Bildungen zugrunde liegt, ein Sechsstrahler mit drei aufeinander senkrecht [illegible] [illegible] Veränderungen unterliegen. [illegible] Fünf-, Vier-, Drei- und [illegible] beträchtlicher Länge. Die [illegible] und Verschiedenheit, wie sie [illegible] kaum erdenken kann, und nur die [illegible] (s. S. [illegible]) übertreffen sie [illegible] [illegible] treibt der nach außen [illegible] Strahl eines Fünf- oder Sechs[illegible] Äste; es entstehen reizende „Tannenbäumchen“ (Pinuli), [illegible] [illegible] der Schwammrinde, die Druck aufnehmen und verteilen. Bei der einen [illegible]schwämme, den Hexasterophoren, werden die Spitzen der Sechsstrahler [illegible] durch zierliche gezackte Scheibchen abgestumpft werden, oder sie [illegible] Besatz feinster, regelmäßig angeordneter Stachelchen aufweisen, die



Glasschwämme.

Etwa 1/2 nat. Gr.



ihrerseits wieder aufs feinste gebogen und an den Enden verbreitert sind. Manchmal sieht es aus, als hätten sich sechs kleine Lilienblüten vereinigt. Der zweiten Ordnung, den Amphidiscophoren, fehlen diese „Hexaster"; bei ihren Vertretern erscheinen dafür regelmäßig Skelettelemente, die den anderen ganz abgehen, die Amphidisken. Es sind glatte oder knotige Kieselstäbchen, an deren beiden Enden Sternchen angefügt sind. Meist biegen sich deren Strahlen zur Achse zurück, wie die Stäbe eines Regenschirms zum Stock.

Die Glasschwämme treten in den mannigfachsten Gestalten auf. Da gibt es Röhren, Zylinder, Keulen, Becher, Kelche, Füllhörner; manche sehen aus wie Vogelnester, andere wie Bäume. Viele werden als Einzelpersonen aufgefaßt, darunter ansehnlich große Formen. Andere bilden Kolonien, ineinander verschlungene, mäandrisch gewundene und verbogene Äste und Blätter mit Skeletten, wie Glasfiligranarbeit von einer märchenhaften Schönheit.

Organisiert sind wenigstens die Hexasterophoren ziemlich einfach. Ihr Bau läßt sich in den Grundzügen auf den Sycon-Typus zurückführen. Bei den Amphidiscophoren dagegen sind Geißelkammern und Ausführsysteme unregelmäßig und kompliziert gebaut. Die Fortpflanzung geschieht bei manchen durch äußere Knospen. Höchstwahrscheinlich werden (nach Schulze und Ijima) auch Eier und Samen gebildet, und bei Farrea occa (s. S. 84) wurden einmal Larven, wie bei Kalkschwämmen im ganzen Gewebe verteilt, gefunden.

Erste Ordnung:
Hexasterophora.

Zu den schönsten Glasschwämmen gehören wegen ihres wunderbaren Skeletts die Euplectelliden, die „Wohlgewobenen", darunter der Gießkannenschwamm oder das Venuskörbchen (Euplectella aspergillum *Ow.*; s. die Tafel). Die Wände dieses hexasterophoren Glasschwammes sind von zahlreichen, regelmäßig gestellten Öffnungen durchbrochen und von unregelmäßig auftretenden Leisten überzogen. Das Hinterende, das im Schlamm steckt, läßt einen Schopf feiner, biegsamer Nadeln austreten. Die langen Nadeln des Körpers, zwischen denen zahlreiche verschiedene Formen kleinerer, oft mikroskopischer Sternchen enthalten sind, verschmelzen im Laufe der Entwickelung durch Einlagerung neuer Kieselsubstanz. Der Prozeß schreitet von unten nach oben fort, so daß das Wachstum nach einer gewissen Zeit aufhören muß. Es ist dann ein leicht gebogener, 3—4 cm dicker und 30—40 cm hoher Hohlzylinder entstanden; die Anordnung der Nadelzüge in seiner Wandung ist ganz der mechanischen Beanspruchung angepaßt; längs gerichtete und ringförmige Rippen bedingen die Festigkeit des Ganzen, und unter 45° zur Achse geneigte, nach rechts und links verlaufende Spiralzüge versteifen die Wand gegen Zug und Druck, indem sie genau in der Richtung der in Frage kommenden Spannungstrajektorien verlaufen. Das obere Ende, das Osculum, ist mit einem weitmaschigen Geflecht verschlossen, der „Brause" der Gießkanne, die sich bei vielen Hexactinelliden findet und irgendwie mit der Lebensweise in Zusammenhang stehen muß. Doflein meint, „man könnte zunächst daran denken, daß sie in ähnlicher Weise wie die Deckel von Reusen zu wirken hätten, um den Glasschwämmen als festsitzenden Tieren den Erwerb der Nahrung zu ermöglichen. Tatsächlich erinnern manche der Regadrella-Arten in ihrem ganzen Bau in auffallendster Weise an Reusen ... Und wenn wir weiterhin sehen, daß manche Anneliden, Echinodermen und Krustazeen als Larven in diese Kieselschwämme geraten und in ihnen heranwachsen, bis ihre Körpergröße es ihnen unmöglich macht, das schöne Gefängnis zu verlassen, so sind wir noch mehr geneigt, diese Deutung für die richtige zu halten.

Und trotzdem glaube ich nicht, daß eine solche biologische Deutung für die Mehrzahl der mit Deckelbildung versehenen Hexactinelliden das Richtige treffen würde. Bei den meisten ist die Konstruktion der Deckel gar nicht geeignet, um eine solche Reusenwirkung zu unterstützen. Auch fehlt es den Hexactinelliden, soviel wir wissen, an Anlockungsmitteln, die den Köder in der Falle zu vertreten hätten: sie leuchten nicht, sie haben keine auffallenden Farben, die ihnen in der Dunkelheit der größeren Tiefe ohnehin nichts nützen würden. Aber vielleicht üben die in dem Inneren der ‚Körbchen' angehäuften Substanzen, welche mit dem oft erwähnten ‚organischen Regen' auf die Schwammkörper herabrieseln und von ihnen aufgefangen werden, eine solche anziehende Wirkung aus? Die Erfahrung lehrt demgegenüber, daß wir selbst bei den in der Dredsche mit vielen anderen Tieren zusammengeworfenen Hexactinelliden sehr wenig solchen Inhalt im inneren Hohlraum vorfinden. Und damit kommen wir auf die richtige Deutung: durch die Deckel wird der Innenraum des Schwammkörpers vor solchen Anhäufungen bewahrt, vor allem vor dem Hineinfallen größerer toter Tierkörper, welche beim Verfaulen den lebenden Schwamm vergiften könnten. Wir müssen bedenken, daß die Nahrungsaufnahme durch Poren auf der Außenseite des Schwammkörpers erfolgt, und daß der Innenraum für den beständig abfließenden Wasserstrom freigehalten werden muß."

Euplectella aspergillum wurde zuerst von den Philippinen, namentlich der Insel Cebu, bekannt, dann aber von der Deutschen Tiefsee-Expedition auch zwischen der afrikanischen Küste und Sansibar gefunden. In der Nähe der Stadt Cebu werden die von Sammlern gut bezahlten Schwämme in Menge gefischt. Sie leben dort in etwa 200 m Tiefe auf schwärzlichem Schlamm; die Fischer holen sie herauf, indem sie ein mit Haken versehenes Gestell aus Bambusstäben am Meeresgrunde herziehen. Nicht selten wird der Gießkannenschwamm von einer Assel, Aega spongiophila, und fast regelmäßig von einem Garnelen-Paare, Männchen und Weibchen von Spongicola venusta, bewohnt. Die Tiere schlüpfen in einem Jugendzustande, vielleicht schon als Larve, in das schöne, schützende Gitterwerk hinein und werden bald so groß, daß sie das selbstgewählte Gefängnis nicht wieder verlassen können. Die Bewohner von Cebu und Manila erklären deshalb den Schwamm für ein von seinen Insassen selbst verfertigtes Haus.

Andere Hexasterophoren zeigt die Tafel. Bei Lophocalyx philippensis *Gr.*, der durch Büschel glänzender elastischer Glasnadeln im Schlamm festsitzt, bedecken zahlreiche äußere Knospen (s. S. 77) in verschiedenen Entwickelungsstufen den nestähnlichen Körper; die reifen zeigen schon eine Anzahl eigener kleiner Strahlenbündel und am Ende das Osculum. Sträucher von ½ m Höhe bildet Sclerothamnus clausii *W. Marsh.*, den der „Challenger" bei Timor aus etwa 700 m Tiefe heraufholte. Als ineinandergeflochtene Röhren und hohle Zapfen erscheinen die Kolonien von Periphragella elisae *W. Marsh.*, und das zarte Netzwerk von Farrea occa *Bwrbk.* gleicht dem der Glühstrümpfe für das Auerlicht.

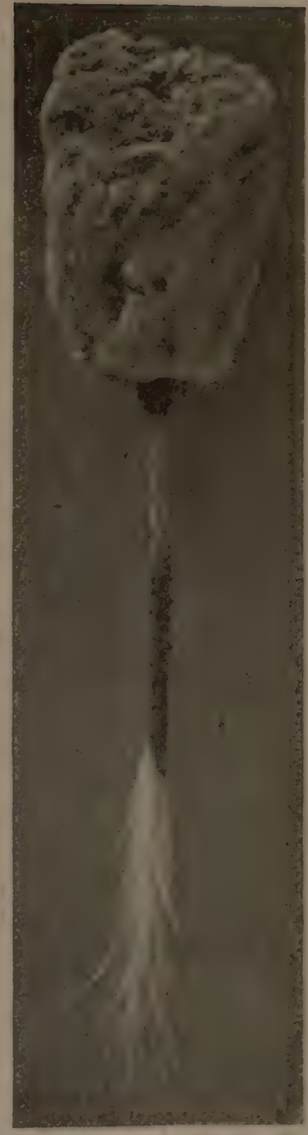
Zweite Ordnung:

Amphidiscophora.

Unter den ersten Glasschwämmen, die vor allem durch die Sammlungen v. Sieblods aus Japan Anfang der dreißiger Jahre des 19. Jahrhunderts in Europa bekannt wurden, fand sich Hyalonema *Gr.* Die Gattung gehört zu den amphidiscophoren Glasschwämmen, in deren Skelett die zierlichen Amphidisken, aber keine Hexaster auftreten. Die Nadeln werden bei der ganzen Ordnung niemals durch nachträgliche Kieseleinlagerung verbunden, und

die Geißelkammern sind ganz unregelmäßig ausgestaltet. Bei Hyalonema sieboldii *Gr.*, einer der häufigsten Formen der japanischen Tiefsee, erscheint der Körper abgerundet und massig und steckt auf einem langen, im Schlamm wurzelnden Schopfe. Dieser wird in der Hauptsache aus stricknadeldicken, an beiden Enden zugespitzten Nadeln gebildet, die spiralig umeinander gedreht sind und in dieser Vereinigung um so eher den Eindruck eines Kunstproduktes machen konnten, als sie gewöhnlich ohne den eigentlichen Schwammkörper und mit einem Faden umwickelt auf den japanischen Märkten als Ziergegenstände verkauft wurden. Auf dem Glasschopfe sitzen fast immer kleine koloniebildende Polypen, Sidisia fatua *M. Schultze* (s. S. 174); sie hatte man zuerst für die Erbauer des Skeletts gehalten.

Ebenfalls eine Amphidiscophore ist die schöne, bei den Philippinen vorkommende und ebenfalls vermittels eines Bündels von Kieselfasern im Grunde steckende Semperella schultzei *Semp.* unserer Tafel, die man der Körperform nach eher zu den Gießkannenschwämmen stellen würde; öfter erscheint sie allerdings mehr keulenförmig. Aber der Schwamm ist ganz anders gebaut als Euplectella. Statt eines Osculums mit der Siebplatte am Ende ist die ganze Oberfläche mit kleinen, von Kieselmaschen bedeckten Oscularbezirken überzogen. — Die merkwürdigste Semperellide, einen der sonderbarsten Schwämme überhaupt, verdankt man der Deutschen Tiefsee-Expedition. Die nach deren Leiter C. Chun benannte Monoraphis chuni *F. E. Sch.* entwickelt eine einzige, riesenhafte, glashelle Pfahlnadel, mit der sie sich tief im Meeresboden verankert. Sie wird bis 3 m lang, wie man nach Bruchstücken von der Dicke eines kleinen Fingers, den Verhältnissen an kleineren, vollständigen Exemplaren entsprechend, schätzt. Der zylindrische Schwammkörper sitzt als ein lockeres, grobmaschiges Gefüge am oberen Ende der Nadel; gefunden wurde die Art vor der Küste Ostafrikas, nördlich von Sansibar, und wieder vor der Somaliküste.



Hyalonema sieboldii *Gr.* Natürliche Höhe 50 cm. Aus F. Doflein, „Ostasienfahrt". Leipzig u. Berlin 1906.

Dritte Klasse:

Gemeinschwämme (Demospongia).

In der dritten Klasse der Spongien faßt man die Hauptmasse der Schwämme zusammen, die weit zahlreicher als alle anderen durch alle Zonen und Tiefen der Meere verbreitet sind. In der Gestalt und in der Konsistenz des Körpers treten die allergrößten Verschiedenheiten auf; in der Bildung des Skeletts stehen Formen mit reinem Kieselskelett solchen mit reinem Hornskelett gegenüber und dazwischen reihen sich diejenigen, bei denen

die Kieselnadeln mehr oder weniger durch Spongin verdrängt sind. Auf Kosten dieser Substanz sind bei den „Sandschwämmen" Fremdkörper als Skelett angesammelt; anderen, wie den „Fleisch"- und „Gallertschwämmen", fehlen Hartteile überhaupt.

Erste Ordnung:

Vierstrahlschwämme (Tetraxonida).

Bei den Vierstrahl- oder Ankerschwämmen, die vorwiegend in wärmeren Meeren leben, kommen vierstrahlige Kieselnadeln vor, deren Grundform man erhält, wenn man sich innerhalb einer Kugel vier Radien denkt, die von dem Mittelpunkt aus in gleichen Winkeln auseinandergehen; letztere betragen dann zwischen den einzelnen Strahlen je 120°. So sind die Nadeln freilich nur selten beschaffen. Zunächst ist in der Regel ein Strahl länger als die drei übrigen, weiter sind aber auch diese selbst mannigfach umgestaltet (s. die Abb.): am häufigsten erscheinen sie in der Richtung des einen langen Strahles zurückgebogen, so daß sie zierliche dreiarmige Anker darstellen, oder sie gabeln sich am freien Ende, oder wachsen zu Platten zusammen, in denen aber immer noch ein dreistrahliger Zentralkanal erkennbar ist. Bei den Demospongien dieser und auch der nächsten Ordnung treten dann neben den großen, eigentlich skelettbildenden Nadeln kleinere auf, die überall im Gewebe zerstreut liegen und die merkwürdigsten Formen haben können: Sternchen, Kugeln, kleine Kandelaber, Anker, Pantoffeln, Hemdknöpfchen und daneben wieder einfache kleine Nadeln. Je nach ihrem Platze dienen sie verschiedenen besonderen Zwecken, so dem Schutze der Gemmulae.

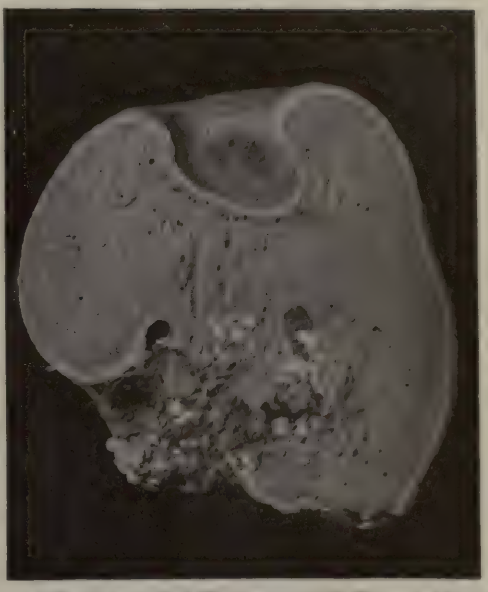


Kieselkörper der Ankerschwämme. Etwa 200mal vergrößert.

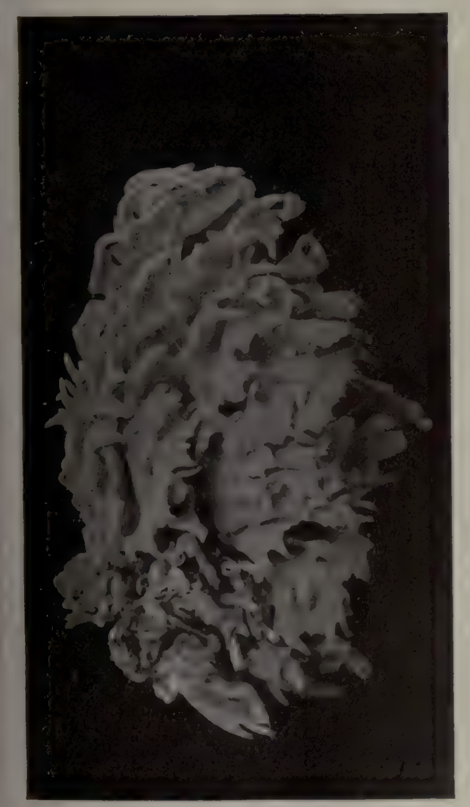
Manchmal bilden diese Nadeln eine zentimeterdicke Rindenschicht, wie bei der kosmopolitischen Gattung Geodia *Lam.* und ihren Verwandten, bei denen zierliche, höchst eigentümlich gebaute Kieselkugeln in der Rinde zu einem festen Pflaster zusammentreten. Unter diesem liegen nebeneinander, mit einfachen einachsigen Nadeln gemischt, die Ankernadeln mit den Hakenarmen nach außen, den Stielen zentripetal nach innen. Außen auf der Kugelschicht sitzt bei manchen Arten noch ein Flaum sehr feiner spitzer Einachser, die beim Anfassen in die Fingerspitzen eindringen und empfindliche Schmerzen verursachen können. Auch durch ihren widrigen Knoblauch- oder Bocksgeruch sind die Geodien, die unter Umständen (Geodia muelleri *Fleming* = gigas *O. Schm.*; s. die beigeheftete Tafel „Schwämme", 2) bis zu 40 cm breiten, hell orangegelben Klumpen heranwachsen, nicht gerade



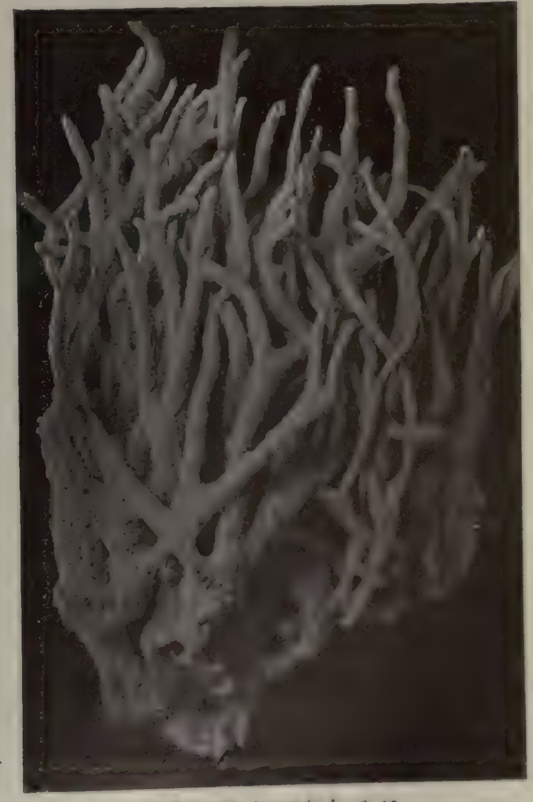
1. Pferdeschwamm, Hippospongia equina *O. Schm.*, auf einer Koralle festgewachsen. S. 95. K. Diederichs phot.



2. Geodia muelleri *Fleming*, durchschnitten. S. 86. Werner & Winter-Frankfurt a. M. phot.



3. Leuconia aspera *O. Schm.* S. 81. Werner & Winter-Frankfurt a. M. phot.



4. Spongilla lacustris *L.* S. 93. Werner & Winter-Frankfurt a. M. phot.

Abb. 2—4 nach Exemplaren im Zoologischen Museum der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft in Frankfurt a. M.



1. Ohrenqualle, Aurelia aurita *L.* S. 125.
C. O. Bartels' Kiel phot.



2. Gelbe Haarqualle, Cyanea capillata *L.*, von unten gesehen. S. 125. Hofphotograph Schensky-Helgoland phot.*



3. Süßwasserkolonie des Keulenpolyps, Cordylophora lacustris *Allm.* S. 112.



4. Seefeder, Pennatula phosphorea *L.* S. 138.



5. Physophora hydrostatica *Forsk.* S. 118.

3—5: Photographien von Werner & Winter in Frankfurt a. M. nach Exemplaren im Zoologischen Museum der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft.

* (Aus: „Tier- und Pflanzenleben der Nordsee", herausgegeben von der Biolog. Anstalt auf Helgoland, 1. Lief. Leipzig 1914.)

angenehm. — In ihren Kanälen haust meist zahlreiches Getier: Krebse (fast immer der garnelenartige Krebs Typton spongicola), Nemertinen, Ringelwürmer; Muscheln und Röhrenwürmer sitzen außen an. Zwischen dem Nadelflaum sucht man nie vergeblich nach mikroskopischen Tierformen.



Lederschwamm, Chondrosia reniformis *Nardo*, aufgeschnitten. Nach O. Schmidt.

Bei verschiedenen Familien, die als Fleischschwämme (Carnosa) zusammengefaßt werden, wird das Kieselskelett immer mehr rückgebildet. Gar keine Nadeln hat ein im Mittelmeer sehr häufiger Lederschwamm, Chondrosia reniformis *Nardo;* sie siedelt sich in Form kleiner unregelmäßiger Fladen und Laibe an, die bis handgroß werden können und in der Regel nur mit einem Ausströmungsloche versehen sind; sie vermögen sich erheblich zusammenzuziehen. Die Oberfläche des glatten, glänzenden Schwammes ist schleimig und dunkel gefärbt, die der Unterlage sich anschmiegende Fläche hell. Schon in frischem Zustande ist er äußerst zäh; an der Luft fault er nicht, sondern trocknet zu einer festen, lederartigen Masse zusammen. Man kann ihn in diesem Zustande jahrelang aufbewahren, und dann nimmt er nach dem Wiederaufquellen ganz das Aussehen eines frischen Exemplares an.

Zweite Ordnung:
Einstrahlschwämme (Monaxonida).

Nach der Auffassung von F. E. Schulze sind durch Rückbildung dreier Strahlen beim Vierstrahler die einstrahligen Nadeln, die charakteristischen Skelettelemente der Monaxoniden, entstanden. Die Schwämme dieser Ordnung treten in einer Fülle von Arten in allen Meeren auf und kommen auch im Süßwasser vor. Neben den großen Skelettnadeln gibt es wieder allerhand kleine Fleischnadeln, bei einer Anzahl von Familien in Form zierlicher Sternchen, bei anderen als kleine Schaufeln und Bogen. Daneben können in verschiedenem Grade Hornfasern ausgebildet sein, die die lockeren Kieselkörper zusammenhalten (Abb., S. 88).

Noch ganz ohne Spongin ist die „Meerorange" der Franzosen und Italiener, die Donatiide Donatia (Tethya) lyncurium *L.* Es sind helleuchtend orangegelbe, oft fast kugelrunde Schwämme, die 7 cm Durchmesser erreichen können und um die ganze Erde verbreitet sind. Über der Rindenschicht, in der zierliche Sterne sich häufen, erheben sich zahlreiche kleine Buckel, die von langen einachsigen Nadeln gestützt werden. Auf ihnen schnüren sich die äußeren Knospen (s. S. 83) ab; auch Gemmulae sind beobachtet. Die Oscula in den Vertiefungen sind sehr klein, kaum größer als die Poren für den Eintritt des Wassers. Nimmt man eine frisch gefangene kleine „Orange" aus dem Wasser, so erlebt man eine Überraschung. Sie zieht sich so heftig zusammen, daß das Wasser aus den Oscula förmlich herausspritzt und sie sich um mindestens ein Drittel ihres Volumens verkleinert. Diese Kontraktilität ist Ursache des höckerigen Aussehens der konservierten Donatien. Im Leben erscheinen die kleinen Erhebungen viel flacher.

Eine der biologisch interessantesten Schwammgattungen ist die der Bohrschwämme (Cliona *Grant;* Vioa). Sie vermögen sich in festes Kalkgestein einzubohren und es zu zerstören. So zählen sie mit zu den geologischen Faktoren, die an der Abtragung des gebirgsbildenden Kalkes in der Küstenzone arbeiten. An den Kalkküsten Dalmatiens bedecken überall größere und kleinere Felsbruchstücke den Boden, und fast ein jeder dieser Milliarden von Steinen ist durchlöchert (Abb., S. 89) oder sogar so weit zermürbt, daß man die Reste des sonst äußerst festen



Kieselnadeln von Einstrahlschwämmen. Etwa 200—300mal vergr. Nach O. Schmidt. A) von Desmacidon armatum *O. Schm.*; B) von D. arciferum *O. Schm.*

Gesteines mit der Hand entzweidrücken kann. Alle die Höhlungen stehen durch Gänge miteinander in Verbindung. Ebenso zerfressen ist das lose Gestein unter dem Wasserspiegel, aber hier sind die Höhlungen noch mit dem Angreifer, einem blaß- bis goldgelben Schwamme, gefüllt, der weitverbreiteten Cliona celata *Grant*. Durch die Löcher auf der Steinfläche streckt der Schwamm kleine Papillen heraus, auf denen Poren oder Oscula liegen oder beides zusammen. Von den vielen Öffnungen sind einige die Stellen, an denen die kleinen Schwämme ihre zerstörende Tätigkeit begonnen haben, nachdem sie sich als Larven festgesetzt hatten; die meisten aber hat der Schwamm von innen her durchgebohrt.

Auch Muscheln, vor allem die festsitzenden, suchen die Bohrschwämme heim. Auf Austernkulturen können sie dadurch ganz erheblichen Schaden anrichten; obwohl die Schalen nur bis zur innersten, dem Mantel der Muschel anliegenden Lamelle zerfressen werden und das befallene Tier sich durch Abscheidung neuer Schalensubstanz zu schützen sucht, geht es zugrunde, ob durch eine Vergiftung oder nur infolge der Zerstörung des schützenden Gehäuses, ist nicht bekannt. Nach Topsent bekämpfen die französischen Austernzüchter die „Pfefferkuchenkrankheit", die in der Regel nur mehr als zweijährige Muscheln befällt, indem sie ihre Parke mit einem Schutzwall alter leerer Schalen umgeben, die der Feind zuerst angreift, oder sie tauchen die Schaltiere in Süßwasser; der Schwamm stirbt dadurch ab. — Die Bohrschwämme treiben nicht allein ein Netz von Schwammgewebe in den Kalk hinein; nach einem gewissen Wachstum breitet sich das Tier auch auf der Außenseite aus und bildet flache, kuchenartige Krusten mit kräftigerem, dichterem Skelett. So können große hohe Klumpen (von über 30 cm Durchmesser) entstehen, die früher unter eigenem Namen und als Angehörige eigener Gattungen beschrieben wurden, bis man die Identität ihrer Skeletteile mit denen der Cliona feststellte und alle Übergänge vom Gewebe im Stein zur Kruste und dann zum „Schwamm" kennenlernte. Da die Schwämme an den Küsten in geringer Tiefe (selten unterhalb 200 m), also in stark bewegtem Wasser leben, ändert ihre äußere Form sehr ab. Dennoch waren die Zoologen geradezu verblüfft, als für den seit

langem bekannten riesigen Neptunsbecher (Cliona patera *Hardw.*), einen über meterhohen und bis 30 cm breiten, gestielten Becher, von Vosmaer nachgewiesen wurde, daß er nichts weiter ist als ein „Auswuchs“ einer Cliona, die an den Küsten Hinterindiens und Javas Molluskenschalen und Kalkgestein zerstört.

Wie bringen die Bohrschwämme es fertig, den harten Stein anzugreifen? Eine selbst gebildete Säure, wodurch sie ihre Unterlage zersetzen könnten, war nie nachweisbar. Auch können die Kieselnadeln kaum als Meißel benutzt werden. Vielmehr wird der Kalk durch die Tätigkeit bestimmter Zellen direkt aufgenommen, ebenso, wie Kalkschwämme ihr Kalkskelett durch dieselben Zellen, die es lieferten, wieder zu lösen vermögen, wenn sie im kalkfreien Wasser gehalten werden (s. S. 80), und dann an das Wasser abgegeben.



Vom Bohrschwamm, Cliona celata *Grant*, durchlöcherter Kalkstein. Natürliche Größe. (Zu S. 87—88).

Nahe verwandt mit den Bohrschwämmen sind die Korkschwämme, die Suberitiden. Im Mittelmeer ist Suberites domuncula *Olivi* einer der allerhäufigsten Schwämme der Küstenzone, der sich auch wieder durch Gemmulae verbreiten kann. Wenn auf einer der kleinen Fischerbarken an der italienischen Küste das Grundnetz auf Deck geleert wird, so rollen fast immer orangerote Schwammkugeln herum, ein paar Zentimeter im Durchmesser, selten auch einmal so groß wie ein Kinderkopf. Merkwürdig: bleiben sie ein paar Minuten ungestört, dann fangen sie an, herumzuspazieren. Sieht man genauer hin, so sind es Krebsbeine, die den harten glatten Schwamm schleppen (s. Tafel „Seeschwämme“, 1, bei S. 95). Fast nie erhält man den Korkschwamm allein; regelmäßig ist er mit einem Einsiedlerkrebs vergesellschaftet. Die Vertreter dieser Krebsfamilie suchen sich Schneckenhäuser als schützende Wohnung und schleppen sie mit sich herum. Ihr Hinterleib hat sich dieser Lebensweise angepaßt, ist der Krümmung der gewundenen Schneckenschale entsprechend etwas gedreht und hat die feste Panzerung ganz verloren. Wächst der Krebs, so muß er eine neue Wohnung suchen. Der Umzug ist wegen des weichen, jedem Räuber preisgegebenen Hinterleibes eine gefährliche Sache. Einige Arten haben ihn vermieden: sie suchen sich Schalen aus, auf denen ein Suberites wächst. Vielleicht bepflanzt der Krebs die Schale sogar selbst mit dem ungenießbaren, nach Phosphor riechenden Schwamm. Dieser

überzieht bald das ganze Haus, so daß von der Schneckenschale nichts mehr zu sehen ist; nur den Eingang hält sich der Krebs offen. Offenbar gedeiht der Schwamm auf seinem wandelnden Sitz ganz ausgezeichnet. Bei den Mahlzeiten des sehr mobilen und räuberischen Einsiedlers mögen genug Abfallbrocken herumfliegen, die er aufzunehmen vermag, und der



Schwämme auf Tang: a) und b) Desmacidon-Arten, b) als Überzug auf einer gelappten Alge; c) Spongelia pallescens *O. Schm.* Natürliche Größe. (Zu S. 91 und 97.)

Krebs rührt beim Wandern und vor allem bei Kämpfen mit seinesgleichen den Schlamm auf, so daß Detritus in Menge auf ihn herabfällt. Dazu wird er durch die Bewegung jedenfalls viel stärker „gelüftet", immer mit neuem, sauerstoffreichem Wasser durchflutet, als viele in tieferen Wasserschichten in einer muffigen Ecke festsitzende Verwandte. So wird der Schwamm immer größer, und auch der Krebs wächst, aber er braucht seine bequeme Behausung nicht zu verlassen. Indem er verhindert, daß ihm die Haustür zuwächst und

dabei selbst immer mehr in den wachsenden Schwamm hineinrückt, schafft er sich in diesem einen Gang, der die Spirale des Schneckenhauses fortsetzt und für die Weite und Krümmung seines Leibes immer genau paßt. Schneidet man einen großen Suberites durch, der einen solchen Einsiedler beherbergt hat, so steckt an einer Seite ganz im Schwamm ein kleines Schneckenhaus; von ihm geht ein ständig erweiterter spiraliger Kanal aus. Nicht nur dem Einsiedler bieten die bunten Schwämme, deren dichtes Skelett aus Zügen größerer und kleinerer Kieselstecknadeln besteht, ein Obdach. Die Wollkrabben (Dromia) halten sich Stücke einer anderen Art, Suberites massa *Nardo* (s. Tafel „Krabben des Mittelmeeres", 2, bei S. 694), mit Hilfe ihres letzten Brustbeinpaares über den Rücken wie einen Schild, und der Schwamm ist genau so gewachsen, daß er über das Tier paßt. Bei eiliger Flucht kann er als Hindernis fortgeworfen werden.

Suberites domuncula lebt übrigens nicht nur mit den Einsiedlern in „Symbiose"; er hat auch Gäste, die ihm gar keinen Vorteil bringen, sondern ihn nur ausnutzen: kleine Flohkrebse (Amphipoden), Tritaeta gibbosa, fressen sich ein Loch in die Oberseite des Schwammes und hausen darin, immer bereit, „Fensterläden" (auf unserer Tafel bei S. 95 deutlich sichtbar), die sie stehengelassen haben, mit den Beinen zusammenzuziehen, wenn ein Störenfried ihren Höhlen naht. Und schließlich können Kolonien kleiner Hydroidpolypen, von denen es rein „spongicole" Gattungen gibt, ihren Sitz darin aufschlagen. Bei Suberites ist es in der Regel Stephanoscyphus mirabilis, der den Schwamm ganz verunstalten kann.

Im Gegensatz zu dieser Art, die ihre kugelige massige Form wenigstens einigermaßen festhält, ändert sich in der an der nordafrikanischen Küste stellenweise in ungeheurer Fülle auftretenden Gattung Desmacidon *Bwbk.* eine sogenannte Art einfach in die andere je nach dem Wechsel des Standortes. Nach ihrer äußeren Form sind die Schwämme absolut nicht zu charakterisieren. Sie kommen als dünnere oder dickere Krusten, in Strauch- oder Baumform, als Röhren oder Knollen vor (Abb., S. 90). Im Schwammgewebe selbst liegen ganze Sortimente verschiedenster Kieselnadeln in Hornfasern eingebettet von den verschiedensten Formen, die aber ineinander übergehen.

Hierher gehört auch der Fingerschwamm, Stylotella heliophila *Wilson*, ein orange- bis grünlichgelber Schwamm, bei dem sich fingerähnliche Fortsätze über einer Kruste erheben. Er lebt im seichten Wasser der atlantischen Küsten Nordamerikas und hat eine gewisse Berühmtheit als das „Versuchskaninchen" der amerikanischen Forscher, vor allem Parkers, bei Experimenten über das Verhalten der Schwämme. Eine besonders bezeichnende Reaktion für ihn als Bewohner der Brandungszone ist das Schließen der Oscula auf den „Fingerspitzen", wenn er in ruhiges Wasser gebracht wird: die übliche Abwehrbewegung aller Schwämme gegen „unangenehme" Reize.

Kieselschwämme mit einachsigen Nadeln sind auch die einzigen Vertreter des Unterkreises, die das süße Wasser bewohnen, die Süßwasserschwämme (Spongillidae). Die Tiere leben in einer großen Anzahl zum Teil schwer unterscheidbarer Arten in fast allen süßen Gewässern der Erde, im trüben Waldtümpel wie im tobenden Gebirgsbach, selbst in Stromschnellen; man hat sie in den seit je dem Tageslicht entzogenen Tümpeln und Bächen der Höhlen Krains gefunden und gelegentlich auch in den Röhren städtischer Wasserleitungen angetroffen. Die Verbreitung mancher Arten ist ungeheuer groß. So kennen wir Ephydatia plumosa *Carter*, allerdings in verschiedenen Formen, vom Weißen Nil, von Bombay und aus Mexiko. Der allgemeinen Annahme nach stammen die Spongilliden von Meerschwämmen

ab, die einst ins Süßwasser eingewandert sind. Wahrscheinlich waren die marinen Reniera-Arten die Vorfahren, die mit den Süßwasserschwämmen im gröberen und feineren Bau große Ähnlichkeit haben und die auch im Brackwasser, selbst im fast süßen Wasser der Kanäle innerhalb der Stadt Venedig gedeihen. Die Spongilliden selbst sind dann in der östlichen, stark ausgesüßten Ostsee wieder in brackiges Wasser zurückgewandert.

Die äußere Gestalt der Arten und Individuen ist bei den Spongilliden sehr schwankend. Bald sind es nur flache Polster, auf denen sich die Oscula wie kleine Krater erheben können, bald klumpige Massen, bald zierliche Zweige. Manche bilden ein lockeres, schwammiges Gewebe, andere sind fest wie Stein. In der Färbung herrschen schmutzig weiße, graue, gelbliche, bläuliche und grüne Töne vor. Die Nadeln erscheinen meist spindelförmig in den mannigfachsten Variationen, gestreckt mit scharfen Spitzen, wurstförmig gedrungen mit stumpfen Enden, gerade oder — bisweilen mehrfach — gekrümmt, mit glatter oder warziger, auch dorniger Oberfläche.

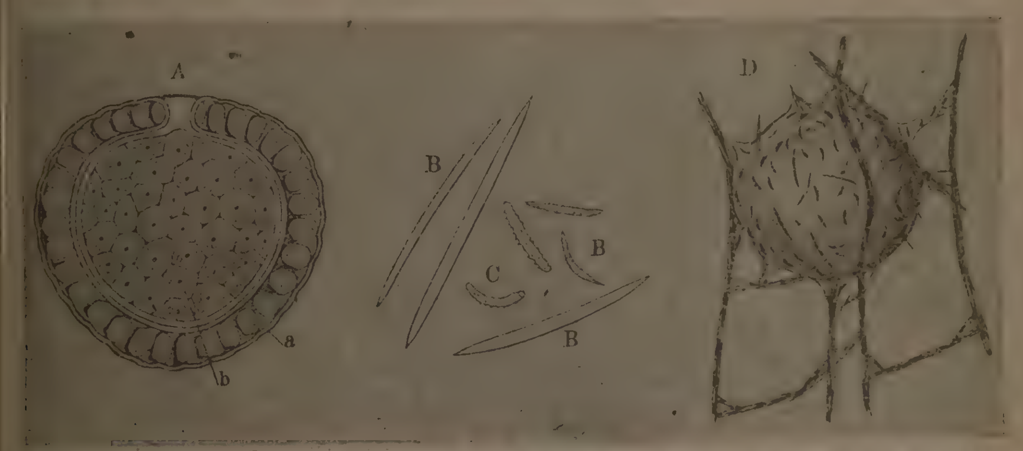


Larve eines Süßwasserschwammes. Etwa 100mal vergrößert.

Die Süßwasserschwämme werden mehrere Jahre alt und sind getrenntgeschlechtlich. Bei der im Tegeler See das ganze Jahr hindurch vorkommenden Ephydatia fluviatilis *L.* hat Weltner bei weiblichen Exemplaren in allen Monaten Eier gefunden, in größeren Mengen aber in der zweiten Hälfte des April. Das Sperma der männlichen Stöcke entwickelt sich am gleichen Orte und bei derselben Art erst Mitte Mai, und bis in den August hinein werden dann spermatragende Exemplare gefunden. Die Gastrula-Larven (s. die Abb.) schwärmen vom Sommer bis spät in den Herbst aus den Mutterkolonien aus, es sind milchigweiße, winzige Pünktchen, die mit Hilfe ihres Wimperkleides gemessene Kreise und Spiralen ziehen und ausgesprochen lichtscheu sind. Sie sind von ovaler Form, etwa $\frac{2}{3}$ mm lang und $\frac{1}{3}$ mm breit. Lange dauert das Herumschwärmen der Larven nicht: nach höchstens 24 Stunden setzen sie sich mit dem vorderen Pol an einer geeigneten Stelle fest, und die Umbildung zum „Schwamm" setzt ein.

Viel bekannter aber ist die ungeschlechtliche Form der Fortpflanzung durch Gemmulae (s. Fig. A auf S. 93). Beim Eintritt der für das Gedeihen der Schwämme ungünstigsten Jahreszeit, bei uns gegen den Winter, in den Tropen vor Beginn der Dürre, hört das Wachstum der Süßwasserschwämme in der Regel auf. Dann treten im Schwammgewebe Archäocyten zu Gruppen zusammen; ein Teil der Zellen bildet sich zu einer Art Epithel für den Haufen um und scheidet auf der Innenseite eine feste Sponginmembran aus. Von dieser Hülle ziehen sich die Zellen förmlich zurück; ein lockeres maschiges Gewebe, die „Luftkammerschicht", bezeichnet ihre Spur. Da hinein schleppen Amöbenzellen aus dem umgebenden Schwammgewebe kleine Skelettkörperchen, die außerhalb der Gemmulae gebildet wurden. Bei den Spongilla-Arten sind es dornige gedrungene „Beleg"-Nadeln (s. Fig. C), bei den Ephydatien „Amphidisken" (s. Fig. B), kleine Doppelquirle, ähnlich denen mancher Glasschwämme (s. S. 83). Während die Nadeln ganz locker und regellos an der inneren Membran anliegen, stehen die Amphidisken in geschlossenem Pflaster senkrecht darauf, das eine der oft zierlich sternförmigen Endscheibchen gegen die Zellmasse, das andere nach außen gerichtet. Schließlich wird von den Zellen, die die erste Membran ausschieden, auch eine zweite außerhalb der Kieselgebilde angelegt, und die Gemmula ist fertig. Nur an einer

Stelle bleibt eine Lücke in der Hornkapsel, die von einer zarten Haut überspannt ist: bei manchen Arten setzt sich hier noch ein besonderes „Porusrohr“ auf. An dieser Stelle kriecht das lebende Schwammgewebe aus, wenn Lebensbedingungen eintreten, unter denen der Schwamm wieder existieren kann. Nach Jaffé bleiben die Gemmulae normalerweise in dem Nadelgerüst ihres Schwammes, nachdem der Weichkörper zerfallen ist. Sie sind seiner Ansicht nach nur dazu da, den Schwamm an Ort und Stelle und unter Benutzung der alten Nadeln, soweit sie nicht weggeschwemmt wurden, neu zu bilden. Isolierte und abgetriebene Gemmulae aber sollen nicht imstande sein, einen neuen Schwamm ins Leben zu rufen, können also der Ausbreitung der Art nicht dienen. Meist entwickeln sich Gemmulae auch mehr auf der Unterseite eines Schwammes; manchmal werden sie in solcher



Dauerstadien einheimischer Süßwasserschwämme. A Gemmula einer Ephydatia fluviatilis. Nach Vejdovsky aus Korschelt-Heider, „Entwickelung der Wirbellosen“, Allg. Teil, 3. Aufl., Jena 1910. a Amphidiskenschicht, b lebendes Schwammgewebe. B Amphidisken aus den Gemmulae von Ephydatia fluviatilis. Nach W. Weltner aus Brauer, „Süßwasserfauna Deutschlands“, Heft 19, Jena 1909. C Belegnadeln aus den Gemmulae von Spongilla lacustris. Herkunft wie bei B. D Reduktie einer einheimischen Spongillide. Nach Karl Müller („Zool. Anzeiger“, Bd. 37, 1911).

Masse gebildet, daß die Unterlage völlig von den gelblichen Kügelchen überzogen ist, wenn der Schwamm selbst einmal abgestorben und verschwunden ist, wie bei der einheimischen, seltenen Spongilla fragilis *Leidy*, deren Gemmulae ein Porusrohr besitzen.

Nach K. Müllers Untersuchungen kann bei unseren Süßwasserschwämmen jederzeit auch aus unbekannten Ursachen Rückbildung des ganzen Gewebes eintreten, die zu sogenannten Reduktien (s. Fig. D) führt; aus diesen können wieder neue Schwämme entstehen. Auch die Spongilliden zeigen jenes außerordentliche Regenerationsvermögen: durch feine Gaze gepreßte, isolierte Zellen vereinigen sich wieder und werden zu kleinen Schwämmen.

Von unseren deutschen Arten ist am Wuchs nur Spongilla lacustris *L.* (s. Tafel „Schwämme“, 4, bei S. 86) zu erkennen, aber auch nicht absolut sicher. Sie erhebt sich am Grunde klarer Seen in verzweigten Ästen bis zu 30 cm Höhe und erinnert geradezu an eine Koralle. In rascher fließenden Bächen aber bildet sie nur Krusten. Und als Krusten oder Polster legen sich auch die übrigen Arten an alle möglichen Unterlagen, Holz, Steine, Schilfstengel usw. An manchen Standorten erscheinen die Süßwasserschwämme, wie auch viele Meeresschwämme, grün gefärbt oder weisen wenigstens grüne Flecken auf. Die Farbe wird durch verschiedenartige Grünalgen hervorgerufen, die sich in den Schwämmen ansiedeln und die sogar in die Gemmulae und in die Larven eindringen können. Wahrscheinlich

bildet sich dabei eine Symbiose aus: die Algen finden im Schwamm Schutz; sie liefern dafür Sauerstoff, der dem Schwamm zur Atmung dient, und können, wenn sie absterben, vielleicht auch als Nahrung benutzt werden. Es scheint sogar, daß ein infizierter Schwamm sich in seinem Wachstum oft nach dem Wohlbehagen der Algen richtet und eine möglichst große, dem Licht ausgesetzte Oberfläche entwickelt.

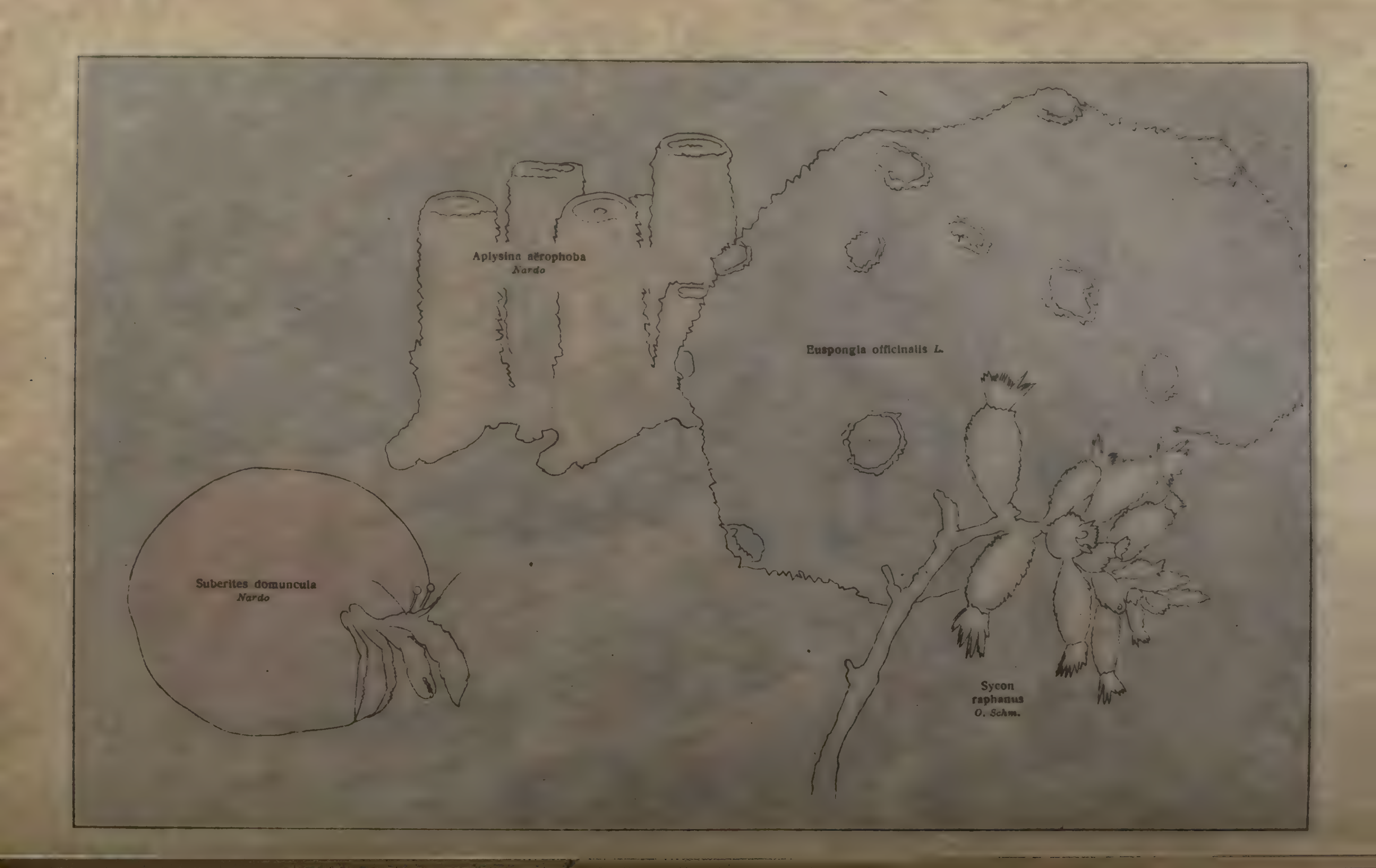
Dritte Ordnung:
Hornschwämme (Ceratosa).

Das Skelett der echten Hornschwämme ist aus Sponginfasern aufgebaut. Mineralsubstanz liegt nur in Form von Fremdkörpern darin: Nadeln von anderen Schwämmen, noch viel häufiger aber Sandkörner bieten sich, in die Hornfasern eingebettet, unter dem Mikroskop dem Auge des Untersuchers dar. Früher hatte man angenommen, daß alles derartige, was so zufällig auf den Schwamm gefallen war, langsam von ihm überwachsen und passiv eingeschlossen würde. Sollas aber sah bei einem sponginführenden Monaxonier, der ebenfalls Sand enthielt, wie die Körner offenbar von Amöbocyten von der Oberfläche her eingeschleppt wurden, ganz ähnlich wie die Amphidisken in die Gemmulae der Süßwasserschwämme, und glaubt seinen Befund auch auf die Hornschwämme ausdehnen zu dürfen. Die Konstruktion des Hornskelettes ist bei diesen in der Regel sehr einfach. Die Hauptfasern erheben sich von der Basis des Tierstockes und verzweigen sich vielfach, so daß nur schmale Zwischenräume bleiben; alle stehen etwa senkrecht zur Oberfläche; nur in diese Fasern werden Fremdkörper eingelagert. Verbunden sind die Hauptfasern durch ein dichtes Netz äußerst feiner Querfasern. Mit der Schwierigkeit der Abgrenzung einzelner Arten ist's bei den Hornschwämmen fast noch schlimmer wie bei den Monaxoniern. Der Flüssigkeit der Formen können die Darstellungsmittel der zoologischen Systematik nicht gerecht werden, und der Wert der artunterscheidenden Merkmale ist oft mehr als fraglich.

Den ersten Platz unter den Hornschwämmen mögen hier unsere Nutzschwämme einnehmen als typische Vertreter der Ordnung. Im Leben sind es gelblichbraune, sepiafarbene bis schwarze, fleischige Klumpen, die in Küstennähe am Meeresboden große flache Fladen und Laibe bilden. Junge Schwämme sind in der Regel höher und runder als alte. Der am Meer sammelnde Naturforscher läßt keine von ihnen und ihrer Verwandtschaft unbeachtet; denn in den Hohlräumen des Badeschwammes und mehr noch in den weiteren Kanälen der häufigeren Pferdeschwämme haust gewöhnlich eine bunte Gesellschaft, ihm erwünschte Beute: allerhand Krebse, darunter solche, die ganz regelmäßig und fast nur in diesen Schwämmen vorkommen, Schlangensterne, Würmer, Weichtiere; manche Tiere, so einige Tintenfische, setzen in den Schwämmen ihre Eier ab.

Auf den Markt kommen wesentlich nur Schwämme der Gattungen Euspongia *Bronn* und Hippospongia *F. E. Sch.* Was als „Schwamm" benutzt wird, ist natürlich nur das Hornskelett. Alles weiche Gewebe wird entfernt, indem man den frisch dem Meer entnommenen Schwamm einfach faulen läßt oder ihn so lange knetet und drückt, bis er von den Weichteilen gänzlich befreit ist. Um gebrauchsfertig zu sein, bedarf er dann nur einer nochmaligen Reinigung in lauem Süßwasser.

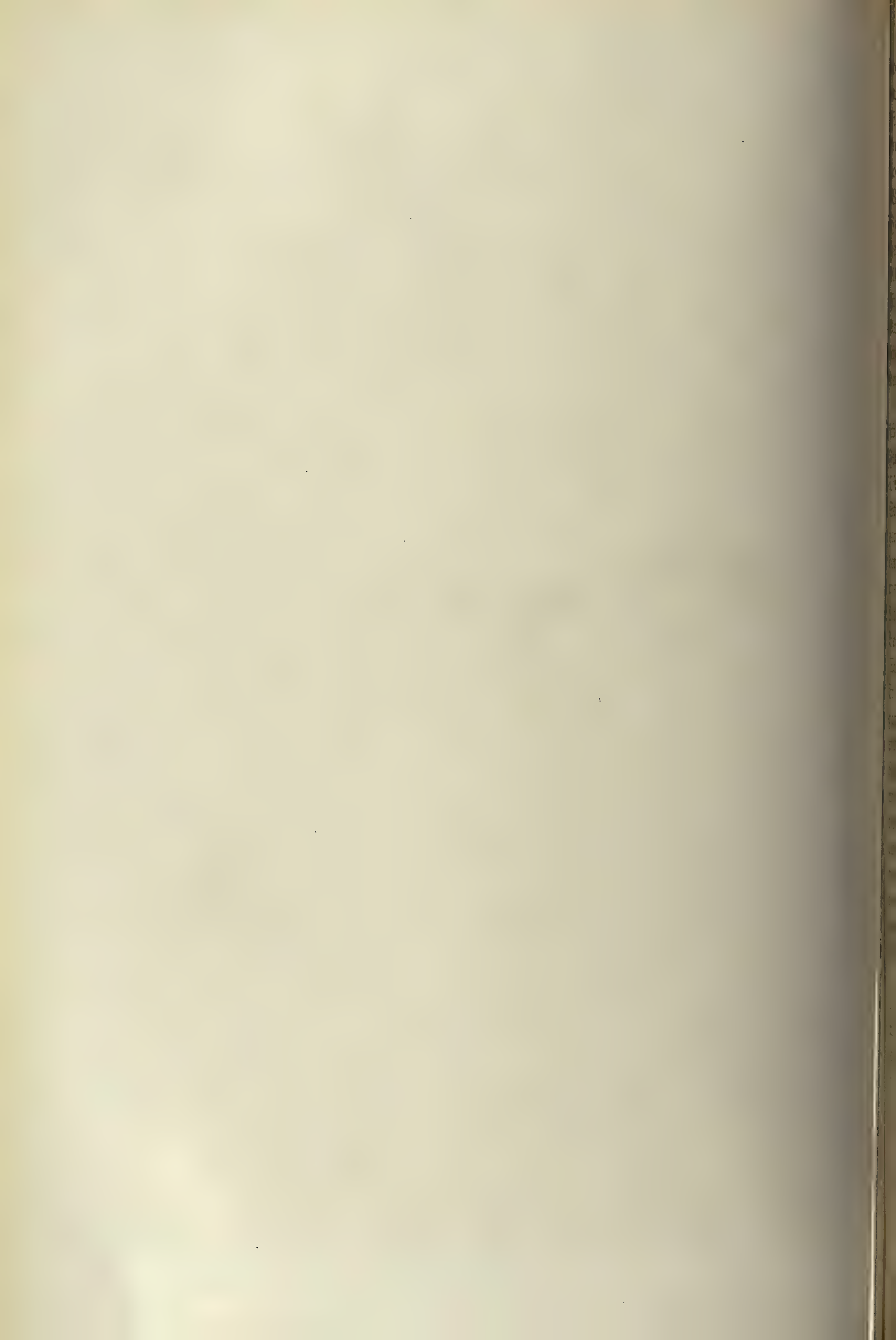
Ob ein Schwamm Marktwert hat, hängt von gar vielen Eigenschaften ab. Er muß vor allen Dingen möglichst viel Wasser aufnehmen können. Dieses wird durch Kapillarkraft in das feine Sponginmaschenwerk hineingesaugt; je feiner und je enger namentlich das Netz



Aplysina aërophoba
Nardo
Euspongia officinalis L.
Suberites domuncula
Nardo
Sycon
raphanus
O. Schm.







r Querfasern ist, um so größer ist die Aufsaugfähigkeit. Dann muß ein Badeschwamm eich und elastisch sein. Dieser Anforderung entspricht er, wenn seine Fasern nicht zu dick nd, nicht allzuviel Fremdkörper enthalten und gleichmäßig angeordnet sind. Er darf nicht rüchig sein und sich auch nicht allzu schnell abnutzen. Dafür dürfen die Maschen nicht zu cker angeordnet und die Fasern nicht zu dick und spröde sein. Und schließlich werden an den ielgeprüften auch noch ästhetische Anforderungen gestellt: er soll eine handliche, runde orm haben, ohne große Fortsätze oder Lappen, und eine gleichmäßige, schön hellgelbe bis llbraune Farbe besitzen. Häßlichen Tönen und Flecken hilft man heute durch Bleichen ab. lle anderen Eigenschaften aber muß man mit dem Stück in Kauf nehmen, und jeder Schwamm darin eine Individualität. Doch gleichen sich die Schwämme eines Fundortes und derselben rt wenigstens in der Hauptsache. Der Handel kann infolgedessen zahlreiche Sorten unter- jeiden, die sich aber nicht mit den wenigen Arten und etwas zahlreicheren Unterarten r Zoologie zu decken brauchen.

Die Heimat der Schwammfischerei ist das Mittelmeer. In der Adria, bei den griechi- jen Inseln, an der kleinasiatischen, algerischen und tripolitanischen Küste sind altberühmte undplätze. Heutzutage holt man Schwämme aber auch aus dem Golf von Mexiko, von der stküste der Vereinigten Staaten (vor allem bei Florida und den Bahamas) und vom trande Australiens; wegen ihrer Feinheit haben auch die madagassischen Schwämme einen wissen Ruf. Aber kein Schwamm von diesen neueren Fundorten kann wettstreiten mit m feinen Levantiner, der Varietät mollissima *O. Schm.* des echten Badeschwam- es Euspongia officinalis *L.* (s. Fig. 3 der Tafel „Seeschwämme"), der aus dem östlichen ittelmeer, von der syrischen Küste, von Kreta und von Cypern kommt. Er hat meist echerform, seltener ist er rund und klumpig. Bekannte Handelsware ist der Dalmatiner uspongia officinalis adriatica *O. Schm.*, ein rundlicher, oft etwas abgeflachter Schwamm. ist bei uns der gewöhnlichste Badeschwamm und kommt aus der Adria, aber auch vom nzen östlichen Mittelmeer und der Küste Nordafrikas westlich bis nach Tunis. Ganz flach d ohrförmig sind die Elefantenohren oder Levantiner Lappen (E. o. lamella *F. E. h.*); für den Verkauf gefischt werden sie an den Küsten der Provence und Dalmatiens, Griechischen Archipel und von Ägypten bis Algier. Derber und härter als die Formen s Badeschwammes ist der sonst sehr ähnliche, aber dunklere Zimmokkaschwamm, der besondere Art geht (E. zimmocca *O. Schm.*); er ist sehr häufig als flache Schüssel aus- bildet. Mit der Hand läßt er sich viel weniger zusammendrücken als die anderen; für ge- rbliche Zwecke wird er viel gebraucht. Hauptplätze sind der Griechische Archipel, Kreta, pern und die Westküste Kleinasiens bis zu den Dardanellen, aber auch die afrikanische iste, Korsika und die Adria.

Der billigste und häufigste Schwamm ist der Pferdeschwamm, Hippospongia equina *Schm.* (s. Tafel „Schwämme", 1, bei S. 86). Es ist der oft über fußgroße, flache, ndliche, gelbe und rötliche, auch graubraune Schwamm mit den großen, kreisrunden, arfkantigen Löchern auf der Oberfläche. Diese sind Ausgangsöffnungen für ein Laby- nth sehr weiter, zylindrischer Kanäle, zwischen denen das zwar dichte, aber sehr feine und cht zerreißbare Hornfaserwerk nur noch dünne Wände bildet. Dabei pflegen in den End- zen der Fasern weit mehr Fremdkörper eingeschlossen zu sein als bei den feinen Bade- wammsorten, so daß er trotz der schnelleren Abnutzung sich mehr für ein Pferdefell als r Menschenhaut eignet.

Die Schwammfischerei, heute noch einer der wichtigsten Erwerbszweige an vielen

Küsten des Mittelmeeres, wird auf verschiedene teils sehr alte Methoden betrieben. Im flachen Wasser holt man die Schwämme da, wo man nicht mehr hinwaten kann, vom Boote aus mit Haken und mehrspitzigen Speeren. O. Schmidt erzählt darüber: „An der dalmatinischen und istrischen Küste bemächtigt man sich der Schwämme mit der langen vierzinkigen Gabel, welche wir auf alten Bildwerken als Wahrzeichen des Neptun erblicken. Nur die Bewohner der kleinen Insel Krapano liegen diesem Gewerbe ob, und ihre 30—40 Barken suchen während der guten Jahreszeit die zerrissene, inselreiche Küste ab. Je zwei Mann befinden sich auf einer starken Barke, deren Vorderdeck einen viereckigen Ausschnitt hat. In diesen stellt sich der die Gabel führende Mann, um, über Bord gebeugt, den Oberkörper sicher balancieren zu können. Der Stiel der Gabel ist 7—14 m lang; eine Reservegabel und Stangen liegen immer auf einem am Bord angebrachten Gestelle. Der zweite Mann führt die Ruder, deren Ruhepunkte auf einem die Bordseite überragenden Balken liegen, wodurch die notwendigen feinen Bewegungen des Bootes leichter und sicherer werden. Während er nun das Boot hart am Felsenufer über einem Grunde von 4—13 m Tiefe langsam hintreibt, späht jener scharfen Auges nach den durch ihre schwarze Haut sich kenntlich machenden Schwämmen. Am günstigsten ist natürlich völlige Windstille. Ist das Meer leicht erregt, so wird es mit Öl beruhigt. Zu diesem Ende liegt immer auf der Spitze des Bootes ein Haufen glatter Kiesel, und daneben steht ein Gefäß mit Öl. Der Fischer taucht einige der Steine mit der Spitze in die Flüssigkeit und wirft sie einzeln in einem Halbkreise um sich. Die Wirkung ist eine wundersame: die unmeßbar feine Ölschicht, die sich über mehrere Quadratklafter ausdehnt, reicht hin, um die kleinen Wellen zu besänftigen, das Auge wird nicht mehr durch die sich kreuzenden Spiegelungen und Brechungen gestört. Der Fischer aber muß die Schwämme nicht bloß mit den Augen erspähen; da sie am liebsten gedeckt wachsen, muß er mit der Gabel zwischen und womöglich unter die Felsen tasten, und sicher ist ein großer Teil der gesuchten Beute dieser Art der Fischerei gar nicht zugänglich." Diese versteckten und die für den Speer zu tief sitzenden Schwämme werden nach Vätersitte durch Tauchen erbeutet, indem sich der Taucher vom Boot aus nackt ins Wasser stürzt und angeblich bis 45 m Tiefe dringen und bis 4 Minuten unter Wasser bleiben kann. Für Tiefen, die diesen Tauchern nicht mehr erreichbar sind, hat man schwere Schleppnetze in Anwendung gebracht. Der Ertrag leidet aber dadurch, daß man nur wenige Stücke unbeschädigt heraufbekommt. Schließlich hat die moderne Technik auch in diesem entlegenen Gewerbe ihren Einzug gehalten, und heute steigen griechische Schwammfischer in vollständiger Taucherausrüstung in die Fluten.

Hunderte von Inselgriechen sind, als die Gründe der Heimat für den Raubbau immer ärmer wurden, nach Amerika ausgewandert und üben dort ihr altes Geschäft. Der Schwammhandel der Neuen Welt blüht, und die Schwammausfuhrziffern der Vereinigten Staaten steigen ständig. 1907 wurden nach Moore für 99686 Dollar Schwämme nach Europa ausgeführt, bei einem Gesamtexport an Schwämmen von 114354 Dollar, während in dem gleichen Jahre aus Europa für 113830 Dollar Schwämme eingeführt wurden. 1905 betrug die Einfuhr aus Europa 88444 Dollar, die Ausfuhr nach Europa aber erst 11645 Dollar (Gesamtausfuhr 18390 Dollar). Hauptmarkt für die amerikanischen Bahamaschwämme in Europa ist London; die Sorten entsprechen in der Güte den Mittelmeerschwämmen vom Dalmatiner bis zum Pferdeschwamm.

Es ist natürlich kein Wunder, daß bei der unwirtschaftlichen Art des Abfischens die Schwammgründe immer weniger lieferten. Seit Jahrzehnten sind Versuche im Gange, den

Ertrag durch künstliche Kultur von Schwämmen zu heben. Anfangs glaubte man, es genüge, einen Schwamm in eine Anzahl Stücke zu schneiden, damit sich diese wieder zu großen Schwämmen auswüchsen. Aber damit die Verletzungen überhaupt nur heilten, mußte das Zerschneiden und Wiederaussetzen der Schwämme mit äußerster Vorsicht geschehen, und auch dann waren die Verluste immer noch sehr beträchtlich. Offenbar leidet die ganze Lebenskraft einer geteilten Schwammkolonie. In nicht länger als zwei Jahren wächst eine im Frühjahr ausgeschwärmte Pferdeschwammlarve (nach Allemand) zu der verwendbaren Größe von 30 cm Durchmesser heran; 4—5 Jahre aber brauchen die Teilstücke, um ähnliche Maße zu erreichen. Auch Cotte, der sich sehr eingehend mit den Zuchtversuchen beschäftigt hat, konnte vor kurzem nur feststellen, daß noch jedes praktisch verwertbare Ergebnis fehlt. Die einzige Möglichkeit, den ausgeplünderten Schwammgründen wieder aufzuhelfen, bietet vielleicht die energische Durchführung einer Schonzeit während der Frühjahrsmonate, in denen die Larven ausschwärmen, das Verbot des Fanges von Schwämmen unter einer gewissen Größe und andere gesetzliche Beschränkungen der Schwammfischerei.



Halisarca dujardinii *Johnst.* Natürliche Größe. (Zu S. 98.)

Eine ganz ausgesprochene Neigung, das Skelett durch Aufnahme von Sand zu versteifen, haben die Hornschwämme aus der Familie der Spongeliden. Bei der auf S. 90 abgebildeten adriatischen Spongelia pallescens *O. Schm.* fallen manche Exemplare, wenn sie aus dem Wasser genommen werden, ganz schlaff in sich zusammen; andere aber sind spröd und zerbrechen durch ihr eigenes Gewicht, wenn man sie herauszuheben versucht. Während bei ersteren Sand oder Foraminiferen, Kalk- oder Kieselnadeln noch fehlen, ist bei den anderen zwischen zahllosen Fremdkörpern Hornfaser kaum noch nachweisbar. So wie der Sandgehalt wechselt, ändert auch die äußere Form: neben Knollen und Krusten finden sich fingerförmig verzweigte Stücke. Bäumchen treten nach F. E. Schulze unter dem Einfluß der Wohnröhren desselben kleinen Hydroiden auf, der auch Suberites verunstalten kann (vgl. S. 91). Die Farbe kann je nach dem Standort wechseln. Einmal sind die Schwämme farblos oder gelblichweiß, dann haben sie irgendeine Tönung von Blaßviolett bis zu Tiefviolettbraun, sogar vollem Braun. Eine charakteristische Eigenschaft nennt der Name pallescens: „die erbleichende“. An der Luft bleichen die Schwämme der Art völlig aus.

Berühmt durch einen solchen Farbwechsel gegenüber der Luft, aber auch dem süßen Wasser, ist eine Form aus verwandter Familie, Aplysina aërophoba *Nardo*. Es sind leuchtend schwefelgelbe, höckerige Röhren, mit einer glatten Endfläche und dem Osculum darin (s. Tafel „Seeschwämme“, 2, bei S. 95), die sich über einer gemeinsamen gelben Schwammkruste erheben; gefunden wurde die Art bis jetzt im Mittelmeer und auch im Golf von Mexiko. In der Adria sind die Steine in der Nähe des Ufers oft mit einem ganzen Rasen der parallelstehenden, selten auch einmal verwachsenen, fingerlangen Säulchen bedeckt, die vom Boot aus gesehen einen ganz reizenden Anblick bieten. Holt man einen solchen Schwamm

herauf — es sind sandfreie Hornschwämme mit lockerem Skelett, dessen Fasern reichlich Marksubstanz führen —, so laufen an der Luft alle noch so leicht gequetschten Stellen grün an. Ein paar Minuten darauf ist die Farbe des ganzen Schwammes grünlich, jene Stellen aber sind kräftig blau und werden schließlich tief schwarzblau; der ganze Schwamm macht's genau so nach. Süßwasser hat denselben Einfluß. Schneidet man den blauen Schwamm durch, so zeigt sich, daß die Intensität der Farbe nach innen abnimmt. Die Körnchen des gelben wandlungsfähigen Farbstoffes sind in amöboiden Zellen angehäuft, die sich an der Oberfläche sammeln. Man will in diesem Pigment einen Reservestoff für schlechte Zeiten sehen. Lendenfeld meint, daß es eine den roten Blutkörperchen der Wirbeltiere entsprechende Aufgabe im Schwamm habe.

*

An die Hornschwämme sind wahrscheinlich auch einige Gallertschwämme anzureihen, darunter Halisarca dujardinii *Johnst.* (Abb., S. 97). Dieser Schwamm entbehrt jeglichen Skeletts; im seichten Wasser der Küste bildet er glatte, weißliche oder gelbliche Überzüge auf Steinen, leeren Schneckenschalen und Algen, seltener auch am Grund festgewachsene Knollen. Bekannt ist er bis jetzt aus dem Mittelmeer, von den atlantischen Küsten von England und Frankreich, aus der Nord- und Ostsee und den arktischen Meeren.

Hohltiere (Coelenterata).

Bearbeitet von Dr. L. Rick.

Weitaus die meisten Cölenteraten sind Meerestiere. Auch wer sie nicht am Meeresstrand in ihrer ganzen Schönheit bewundern durfte, kennt viele wenigstens aus Abbildungen: die wundervoll geformten, durchsichtigen Glocken und Schirme der Quallen (Medusen), die farbenprächtigen Seerosen und Seenelken mit ihren zierlichen Armen und die Korallpolypen der tropischen Meere, die in vieltausendjähriger Lebenstätigkeit Riffe und Inseln aus ihren Kalkskeletten aufbauten. Ins Süßwasser sind nur ein paar kümmerliche, über alle Erdteile verbreitete Vertreter eingedrungen. Aber gerade diese Süßwasserpolypen, die nur etwa zentimeterlangen Hydren, die man im nächsten Tümpel finden kann, geben in ihrer Einfachheit, die freilich auf Rückbildung beruhen dürfte, das klarste Bild der Hohltierorganisation. Unter dem Mikroskop erscheint das bräunliche oder grüne Tierchen so durchsichtig, daß man die Grundzüge seines Aufbaues ohne weiteres zu erkennen vermag. Es ist nur ein einfacher Schlauch, in den eine Mundöffnung hineinführt. Die Wände bestehen aus zwei Lagen von Zellen, aus den beiden Keimblättern, die sich bei der Bildung der Gastrula (s. S. 74) voneinander sondern. Das äußere, das Ektoderm, enthält entsprechend seiner Lage die Schutz- und Angriffswaffen sowie Sinneszellen und von diesen wegführende Nervenfasern zur Aufnahme und Weiterleitung von Reizen der Außenwelt. Die zweite, innere Zellage, das Entoderm, nimmt die Nahrung auf. So steht der ganze Organismus durchaus auf dem Stadium der Gastrula mit „Urdarm" und „Urmund": darüber hinaus geht die Organisation der Hohltiere im Grunde überhaupt nicht, so verschieden ihre äußeren Formen auch sein



Längsschnitt durch eine Hydra mit Knospen. Aus Hesse und Doflein, „Tierbau und Tierleben", Leipzig und Berlin 1910. 1 Ektoderm, 2 Entoderm, 3 Darm, 4 Mundöffnung, 5 Fußscheibe, 6 Fangarme, 7 junge und 8 ausgebildete Knospe.

mögen. Immer bleibt's bei dem einheitlichen Hohlraumsystem, wenn auch bei einzelnen Gruppen daran Blindsäcke und Verästelungen auftreten. Nur schiebt sich bei allen Cölenteraten zwischen die beiden „primären" Keimblätter eine Stützsubstanz ein. Bei den Hydren ist es bloß eine dünne, strukturlose Membran zwischen Ektoderm und Entoderm, die „Stützlamelle", bei den Quallen aber hat sich daraus das mächtige Gallertgewebe entwickelt, dem gegenüber die anderen Schichten fast verschwinden. Bei vielen Blumentieren (s. unten) wird in der zellenreichen Stützsubstanz Kalkskelett abgelagert.

Im Gegensatz zu den meisten Schwämmen waltet im Bau der Cölenteraten Symmetrie, allerdings anderer Art als die zweiseitige Symmetrie des Menschen und der meisten Tiere. Körperanhänge, wie die Fangarme der Seerosen, die Sinnesorgane am Glockenrand der Medusen, ferner die Geschlechtsorgane und vieles andere sind radiär um eine Mittelachse angeordnet, die durch die Mundöffnung und die Mitte der Körperhöhle geht. Sonst findet sich eine strahlige Anordnung der Organe nur noch in dem Tierkreis der Stachelhäuter, die aber mit der bei den Cölenteraten stammesgeschichtlich nichts zu tun hat. Im System stehen die Hohltiere neben den Schwämmen auf der untersten Stufe der vielzelligen Tiere, haben aber als Formen, die ihre Beute fangen und sich zum Teil frei bewegen, einen viel geschlosseneren Körperbau und höhere Leistungsfähigkeit ausgebildet.

Erster Unterkreis:

Nesseltiere (Cnidaria).

Die Nesseltiere führen ihren Namen von den Nesselzellen, die einen ätzenden oder klebrigen Stoff liefern und sich bei allen drei Klassen, den Hydrozoen, den Scyphomedusen (Scheibenquallen) und den Anthozoen (Blumentieren), als ein ganz charakteristisches Merkmal überall da im Ektoderm finden, wo das Tier von seinen Feinden angegriffen werden kann oder mit Beutetieren in Berührung kommt, vor allem an den Fangarmen, den Tentakeln. Es sind Zellen, deren Raum durch ein lebhaft glänzendes, lichtbrechendes Körperchen, die Nesselkapsel, fast ganz ausgefüllt wird. Immer mikroskopisch klein, treten sie bei den einzelnen Ordnungen und Arten in sehr verschiedener Form und Größe auf und stellen äußerst kunstvolle kleine Mechanismen dar, deren Konstruktion vielfach wechselt und deren Wirkungsweise ebenfalls ganz verschieden sein kann. Auch bei ein und derselben Art treten gewöhnlich mehrere Formen von Nesselzellen auf. Als Muster mag eine „große birnförmige Nesselzelle mit Stilettlhaken" dienen, wie sie unsere Süßwasserhydren besitzen (Abb., S. 101). Über die Außenseite der Zelle ragt ein haarartiger Fortsatz, das Cnidocil, gestützt von einer besonderen Plasmascheide mit versteifenden, stäbchenartigen Gebilden. Das Haar setzt sich in das Innere der Zelle fort und kann sich der Nesselkapsel anlegen. Es dient als „Sinneshaar", das Berührungs- und vielleicht auch andere Reize aufnimmt. Denn die Nesselzellen sind, wie M. Wolff zeigte, reich mit Nervenfasern versorgt und dienen vielleicht auch als Sinneszellen, die empfangene Reize weiterleiten. Ihre Hauptaufgabe aber erfüllen sie durch die Wirkung der Nesselkapseln. Diese ovalen Körperchen enthalten in ihrer gallertigen Substanz einen spiralig aufgerollten Faden. Auf bestimmte (mit chemischen Reizen verbundene?) Berührungsreize, wie sie wohl für gewöhnlich von Beutetieren oder Angreifern ausgehen, wird der Deckel der Zelle, der durch einen Stäbchenbelag versteift

ist, im Nu gesprengt, und der Faden schnellt heraus. Er stellt sich jetzt als eine schlauchartige Fortsetzung der Kapsel dar, die bei der Entladung ausgestülpt wird, wie ein umgedrehter Handschuhfinger. Bei den großen birnförmigen Nesselzellen schlagen sich die in der Ruhe gleichfalls nach innen umgekrempelten großen Stilettdornen am Grunde des Fadens zuerst in die Haut des Opfers und reißen ein Loch, durch das der Nesselfaden in den Körper eindringen kann. Der glashelle Nesselsaft, der sich im Hohlraum des eingestülpten Fadens befindet und auch aus dem Inneren der Kapsel heraus die Wandungen des Fadens durchdringt, vermag durch intensiv wirkende Gifte kleine Tiere fast augenblicklich zu lähmen und zu töten. Große Staatsquallen vermögen durch die geradezu fürchterliche Wirkung ihrer Nesselbatterien sogar dem Menschen gefährlich zu werden. — Bewirkt wird die Explosion der Nesselzelle in erster Linie durch die Zusammenziehung muskelähnlicher Fasern im Umkreis der Kapsel. Daneben dürfte die Elastizität der Nesselkapsel mitwirken; vielleicht quillt auch das Nesselsekret in der Kapsel durch Wasseraufnahme rasch auf und treibt den Faden heraus. Das von den Nesselfäden getroffene Tier wird zugleich festgehalten; sollte es sich im ersten Augenblick noch wehren und zu entfliehen suchen — was nur großen und kräftigen Organismen gelingt —, so können die Kapseln zwar gelockert werden, bleiben aber durch ein elastisches Lasso, das Will bei der Hydra entdeckte, am Körper des Polypen befestigt. „Nesselzellen" anderer Konstruktion haben überhaupt nur die Aufgabe, sich mit ihren Fäden in feine Haare und Fortsätze der Opfer zu verwickeln oder sie durch ihr Sekret anzukleben.



Nesselzellen von Hydra. A mit explodierter Kapsel, B mit ruhendem Faden. Nach L. Will (Sitzungsber. u. Abh. der naturforsch. Ges. zu Rostock, N. F. Bd. 1, Rostock 1909).

Ist eine Kapsel einmal verschossen worden, so kann die Nesselzelle sie nicht mehr neu bilden. Der Ersatz erfolgt durch neu zuwandernde Nesselzellen, die an einer anderen, oft der Außenwelt entzogenen Stelle des Ektoderms entstehen und ganz selbständig, unter mehrfacher Durchbohrung der Stützlamelle, zur Verbrauchsstelle wandern. Auf diesem Weg können sie sogar den Magenraum durchschwimmen, wie Hadzi bei Tubularia fand. Am Verbrauchsplatz befestigen sie sich außen an der Stützlamelle und drücken sich zwischen den Ektodermzellen bis an die Oberfläche durch. Die Menge der Nesselzellen auf den Fangarmen der Cnidarier, die durch diese Nachwanderung immer wieder ergänzt wird, ist ganz gewaltig. Möbius schätzte die Zahl der reifen Nesselkapseln bei der in der Nordsee gemeinen Roten Seerose für einen Fangarm mittlerer Größe auf mehr als 4 Millionen und für alle Fangarme zusammen auf wenigstens 500 Millionen.

Erste Klasse:

Hydrozoa.

Erste Ordnung:

Hydroiden (Hydroidea).

Erste Unterordnung: Hydrariae.

Am besten und genauesten untersucht sind die kleinen Süßwasserpolypen oder Hydren. Sie mögen hier deshalb und wegen ihrer übersichtlichen Organisation an erster Stelle stehen, wenn auch die systematische Zoologie mehr und mehr dazu gekommen ist, sie nicht mehr als ursprünglich einfache Formen aufzufassen, sondern als degenerierte Sprossen des Hydrozoenstammes, die gegenüber den meisten ihrer marinen Ahnen im Süßwasser „heruntergekommen" sind.

Man wird die Süßwasserpolypen meist nicht vergeblich suchen, wenn man Wasser aus stehenden, mit Pflanzen bewachsenen, aber klaren Teichen und Tümpeln samt einigen Wasserpflanzen in ein Glas schöpft und sorgfältig durchmustert. Namentlich an Wasserlinsen entdeckt man zarte bräunliche oder grüne Schläuche, die etwa 1 cm weit ins Wasser hineinragen; lange feine Fäden spielen am freien Ende ins Wasser hinaus, krümmen sich, dehnen sich aus und ziehen sich wieder zusammen. Es sind die Fangfäden, sechs bis acht im Durchschnitt bei jedem Polypen, die das etwas vorgewölbte Mundfeld, mit dem Mund in der Mitte, umstehen. Schon bei der Betrachtung mit einer guten Lupe wird man knotige Verdickungen daran erkennen (s. die Farbentafel, Fig. 1). Darin sind die Nesselkapseln in Batterien angehäuft, finden sich aber auch am ganzen übrigen Körper im Ektoderm verteilt. Die braune Hydra auf der Tafel hat sich ihrer gerade bedient und einen Wasserfloh gefangen. Das Tierchen ist mit einem der Tentakel in Berührung gekommen, große, birnförmige Kapseln (s. S. 100) sind explodiert und haben es gelähmt; andere Tentakel haben die Beute „gewittert" und haben sich ebenfalls darangelegt. Bald ist es ganz regungslos und wird dann zum Munde geführt. Außer den großen Stilettkapseln für den Angriff haben aber alle unsere Hydren noch andere Sorten zur Verfügung: große Mengen kleiner, birnförmiger Wickelkapseln schlingen ihre Fäden um feine Anhänge und Borsten eines Beutetieres, um es sicher festzuhalten. Große und kleine, meist zylindrisch geformte Haftkapseln ermöglichen der Hydra durch ihr klebriges Sekret, beim Weiterkriechen die Tentakel oder auch den Mundkegel festzuheften.

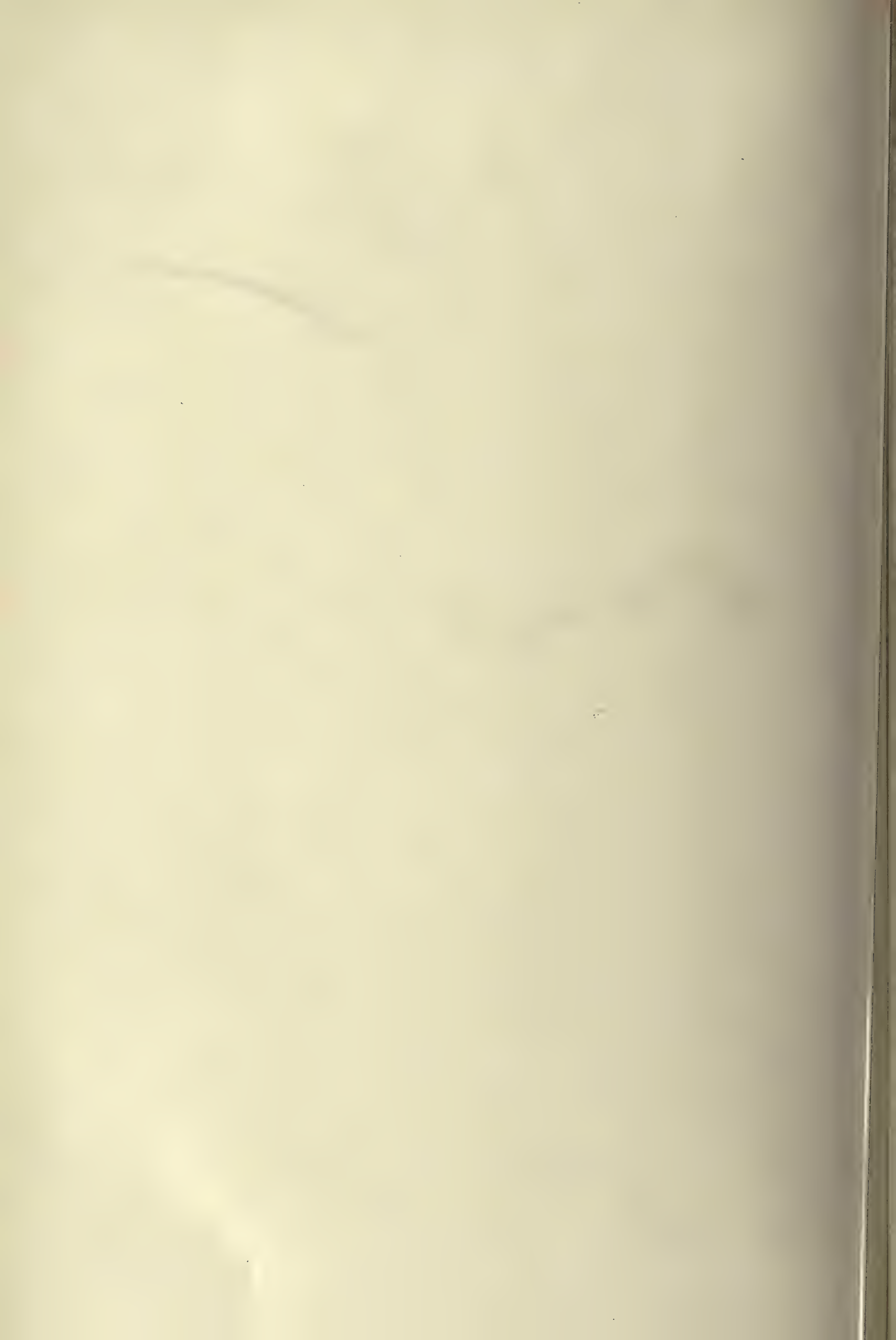
Nach der Gestalt der verschiedenen Nesselkapseln werden die einzelnen Hydra-Arten jetzt hauptsächlich unterschieden. P. Schulze führt danach neuerdings (1914) acht deutsche Arten an, zu denen noch eine Brackwasser-Unterart von der grünen Chlorohydra viridissima *Pall.* kommt. Dieser, unser Grüner Süßwasserpolyp, wird höchstens 1½ cm lang, ohne die Tentakel, die ungefähr die Körperlänge erreichen. Er findet sich überall in ruhigen Gewässern, auch in den kleinsten Pfützen. Die Färbung rührt, wie bei „grünen" Süßwasserschwämmen, von parasitischen einzelligen Algen, Zoochlorellen, her, die nur bei dieser einen Hydra-Art, aber da ganz regelmäßig, in den Zellen des Entoderms vorkommen. Daß das Tier sie nicht unbedingt benötigt, hat Whitney bewiesen, indem er die Algen mit schwacher Glyzerinlösung entfernte und dann die Hydren entfärbt weiterzüchten konnte.



Süßwasserpolypen.

Etwa 6fache Vergrößerung.

1. Grüner Süßwasserpolyp, Chlorohydra viridissima *Pall.* — 2. Brauner Süßwasserpolyp, Pelmatohydra oligactis *Pall.*



Auch die Alge läßt sich auf künstlichen Nährböden gesondert erhalten, gedeiht aber schlechter als bei ihrem Schmarotzerleben. Die grüne Hydra hat offenbar einen Vorteil von der treuen Genossin; zwar kann sie die von dieser gebildete Stärke, oder die ganze Alge selbst, niemals als Nahrung verwerten, wie man lange geglaubt hat, aber sie vermag in schlechtem, kohlensäurereichem Wasser (nach Hadzi) länger auszuhalten als die braunen und grauen Arten, denen kein pflanzlicher Parasit Sauerstoff zur Durchatmung der Gewebe liefert.

Von jenen anderen Arten ist die zweite Form unserer Tafel, die sogenannte „Braune Hydra, Pelmatohydra oligactis *Pall.*, besonders in Seen und Teichen häufig anzutreffen. Ihre Färbung geht durch alle Schattierungen von braun, ist aber auch oft gelblich, rötlich und grau. Sofort zu erkennen ist sie an dem deutlich abgesetzten, stark verschmälerten Stiel, der ganz farblos und durchsichtig ist. Trifft man die Tiere in guten Lebensbedingungen, oder hat man eine Zucht von dieser Art auf die Höhe gebracht, dann fallen sie, wenn sie völlig ausgestreckt im Wasser hängen, auch durch recht ansehnliche Länge auf: bis zu 3 cm Länge dehnt sich der Körper, die Tentakel strecken sich bis zu 25 cm und ziehen sich dabei so dünn aus, daß sie schließlich dem unbewaffneten Auge entschwinden. Eine seltene Art, die ebenfalls einen abgesetzten farblosen Stiel besitzt, P. braueri *Bedot*, wird nur etwa halb so groß, läßt sich aber mit Sicherheit nur im Bau ihrer Haftkapseln von oligactis unterscheiden.

Bei den übrigen fünf deutschen Hydra-Arten, die früher als „Graue Hydra" galten, verjüngt sich der Körper allmählich ohne ausgesprochenen Stiel in die Fußscheibe: wer sie bestimmen will, muß sich die Mühe nehmen, ihre Nesselkapseln unter dem Mikroskop bei starker Vergrößerung zu studieren. Zahlreiche Arten, die man früher aufgestellt hatte, sind lediglich Anpassungsformen an besondere Verhältnisse; namentlich sind es Hochgebirgsformen verschiedener Arten, bei denen Farbe und Gestalt charakteristisch verändert sein können.

Der Verbreitung der Hydren über der Erde scheint keine Schranke gezogen. Man kennt sie von ganz Europa und Nordamerika, von Chile, von Feuerland, von Japan, von Bengalen, aus dem Victoriasee, von Sansibar und von Grönland. Bei uns gehen sie von der Tiefebene bis in die kalten Hochgebirgsseen; Annandale beschreibt sie aus Tibet von über 4500 m Höhe. Sie leben in eisbedeckten Tümpeln wie in warmen Quellen. Im Genfer See sind Süßwasserpolypen bis zu 300 m Tiefe gefunden worden; gewöhnlich halten sie sich aber in der obersten, sauerstoffreichsten Region der Seen und Teiche auf, wo sie die reichlichste Nahrung finden; nur im Herbst und Winter gehen sie bei uns bis auf den Grund der Gewässer. In der warmen Jahreszeit sitzen sie überall nahe der Oberfläche, mit Vorliebe an Wasserlinsen und anderen Pflanzen, die auf dem Wasser treiben, sowie an der Unterseite der ins Wasser gefallenen welken Blätter. Auch auf Schneckenhäusern und an den Köchern der Köcherfliegenlarven siedeln sich die Polypen an, ohne durch die Bewegungen ihrer Unterlage beunruhigt zu werden.

Sonst sind die Hydren außerordentlich empfindlich gegen jede Störung und ziehen sich vermittels ihrer Muskelzellen, die im Ektoderm in Längszügen, im Entoderm ringförmig angeordnet sind, bei der geringsten Erschütterung rasch zu stecknadelkopfgroßen Knöpfchen zusammen. Schon den alten Beobachtern galt diese Bewegung als ein Beweis für die tierische Natur der pflanzenähnlichen Geschöpfe, ebenso wie die Fähigkeit der Hydren, den Platz zu wechseln. Im Behälter wandern sie in den bestbelichteten Winkel, gewöhnlich in der Weise, daß sie sich zur Unterlage neigen, etliche Tentakel vermittels der Haftkapseln festkleben, den Körper nachziehen, sich wieder mit der Fußscheibe festsetzen, die Tentakel

lösen, von neuem befestigen usw., ganz so, wie sich die Spannerraupen bewegen. Auch durch richtige Purzelbäume kommt Hydra weiter: der Mundkegel mit dem großen Tentakelkranz legt sich auf die Unterlage, klebt sich an, und dann überschlägt sich das Tier. In seltenen Fällen hat man den kleinen Akrobaten nur auf den Armen „laufen" sehen; gelegentlich vermag das Fußende auf eine noch ungeklärte Weise einfach weiter zu gleiten. Manchmal wird Hydra auch auf dem Wasser treibend gefunden; sie hängt sich dann, wie viele unserer Süßwasserschnecken, mit ihrem Fußende an das Oberflächen-Spannungshäutchen des Wassers (Scourfield).

Am besten kann man die Ortsbewegungen bei der namentlich an warmen Sommertagen sehr lebhaften Chlorohydra viridissima verfolgen, wenn man die Plätze im Glasbehälter bezeichnet, die ein Tier nacheinander einnimmt. Bei dieser Gelegenheit lassen sich leicht auch „Fangbewegungen" feststellen, besonders wenn die Tiere gehungert haben. O. Steche schildert sie uns in seiner Hydra-Monographie: „Das zunächst lang ausgestreckte Tier zieht sich langsam zusammen, macht eine kleine Wendung und streckt sich wieder aus. Nach einiger Zeit erfolgt eine neue Kontraktion, eine zweite Wendung und Expansion. Auf diese Art beschreibt das Tier allmählich einen Kegelmantel im Wasser, wobei aber die einzelnen Verschiebungen nicht immer in gesetzmäßiger Richtungsfolge einzutreten brauchen. Es wird auf diese Art von der Hydra allmählich der ganze Umkreis abgesucht, und diese Einrichtung stellt sich als ein Mittel zum Nahrungserwerb dar. Es ist daher leicht einzusehen, warum es gerade bei viridissima, die am kleinsten ist und die kürzesten Tentakel hat, besonders ausgebildet ist. Hat die Hydra lange nichts gefangen, so folgen sich diese Bewegungen in kurzen Abständen von 1—2 Minuten. Verläuft dieser Versuch längere Zeit erfolglos, so beginnt Chl. viridissima zu wandern." So ändert Hydra ihre Stellung, bis sie einen ergiebigen Jagdgrund gefunden hat. Hier treten die Nesselkapseln in Tätigkeit gegen jedes Tier, das vor die Tentakeln kommt und nur irgend bewältigt werden kann. Hat ein Tentakel gefaßt, so neigen sich die übrigen hinzu und „helfen" das Opfer zu verstricken. Es sind nicht nur kleine Kruster; derbe Mückenlarven werden ebenso bewältigt wie Würmer, selbst wenn sie die Körperlänge des Polypen um ein Mehrfaches übertreffen. Sogar der Fischbrut wird der Räuber gefährlich: Schuberg mußte feststellen, daß junge Forellen von 3—4 cm Länge in ziemlicher Anzahl von den Polypen getötet wurden. Festhalten konnten sie die kräftigen Fische nicht mehr, aber diese konnten sich von der Giftwirkung der Nesselkapseln, die zahlreich an ihnen zu finden waren, nicht wieder erholen.

Meist ist die Beute beträchtlich größer als der Mund. Sie wird trotzdem durch die Tentakeln vor die Öffnung gebracht, und dann erweitert sich diese gewaltig und schiebt sich langsam über jede noch so große Daphnie. Würmer und Insektenlarven werden von einem Ende aus nach und nach herangeholt oder in der Mitte eingeknickt, wenn sie anfangs quer vor dem Munde liegen. Der im Magen der Hydra befindliche Teil des Opfers wird schon zerlegt, während aus dem Munde noch ein unversehrtes Stück herausragt. Hydren in Aquarien, die reichlich Daphnienfutter auf einmal erhalten, stopfen sich richtig „bis zum Platzen" voll, so daß der Körper als ganz dünner Überzug einen unförmigen Haufen der kleinen Krebse überzieht. Dann treten Drüsenzellen des Entoderms in Tätigkeit, die die Nahrung durch ihr Sekret zerlegen, aber nur bis zu Teilchen, die von Freßzellen (Phagocyten) des Darmes aufgenommen werden, ganz so, wie Amöben ihre Nahrung einverleiben. Häufig werden die Tentakel, an denen die Opfer hängen, mitverschlungen; für die Verdauungssäfte sind sie aber unangreifbar und kommen unversehrt wieder zutage.

Was von der Beute nicht zerlegt werden kann, wie die Chitinpanzer der Krebse, wird wieder ausgespien.

Ermöglicht sind alle die wohlgeregelten Bewegungen der Hydren — die ähnlich bei den meisten Cölenteraten vorhanden sind und diese im Verhalten der Umwelt gegenüber weit über die Schwämme stellen — durch ein Nervensystem: in der Tiefe des Ektoderms wie des Entoderms liegen in der Nachbarschaft der Stützlamelle Zellen, die feine protoplasmatische Ausläufer entsenden. Diese verbinden sich zum Teil untereinander und bilden ein Nervennetz, ein „diffuses Nervensystem". Andere Ausläufer der Zellen aber treten zu Muskelzellen und zu Sinneszellen, die sich in beiden Lagen des Körpers finden, die Sinneszellen am reichlichsten auf der Mundscheibe und den inneren basalen Teilen der Tentakel sowie auf der Fußscheibe; auch das Nervennetz ist im Mundfeld und am Fußende — den wichtigen Aufgaben dieser Teile im Leben der Hydren entsprechend — am dichtesten. So kann ein Reiz, der irgendeine Stelle des Polypenkörpers trifft, durch den ganzen Körper geleitet und mit dem ganzen Körper beantwortet werden.

Es gibt nur wenig Reize, die auf die Süßwasserpolypen wirken: von der Nahrung ausgehende chemische Reize lösen Bewegungen der Tentakel aus, die nach der Beute „suchen", bis sie erreicht ist und die Nesselkapseln wirken können. Berühren der Kapseln allein bewirkt noch keine Explosion; wenn der Experimentator die Cnidocile mit einer Nadel oder einem Papierstückchen reizt, wird der Faden nicht ausgestoßen. — Jeder Ruck oder auch nur eine leise Erschütterung des Gefäßes läßt das ausgestreckte Tier im Nu zusammenfahren. „Gewöhnung" kann diesen Fluchtreflex, der die angreifbare Oberfläche stark verringert, heruntersetzen oder ausschalten, wie bei den auf lebenden Schnecken angesiedelten Hydren. Auch rascher Temperaturwechsel bewirkt ein Zusammenziehen. Empfindlich gegen Licht sind alle Hydra-Arten, und zwar wandern sie nach belichteten Stellen hin, wo sich auch die kleinen Krebse zu sammeln pflegen. Am stärksten „positiv heliotropisch" ist die grüne Hydra; darin liegt für sie ein besonderer Vorteil, denn ihr Wohlbefinden hängt von der assimilierenden Tätigkeit der parasitischen Zoochlorellen ab, und deren Chlorophyll arbeitet natürlich nur im Licht. Wie schon bei den Protozoen ist bei Hydra und überhaupt allen Cölenteraten die Erregbarkeit vom physiologischen Zustand des Tieres, von seiner „Stimmung", bedingt: die Tentakel einer gesättigten Hydra führen Fangreflexe nur lässig oder gar nicht aus.

Wie vermehrt sich Hydra? An der braunen Pelmatohydra oligactis unserer Tafel sitzt eine Knospe, die keinen Mund und noch ganz kurze Tentakel hat, aber schon durch einen eigenen Stiel mit der Alten verbunden ist. Sie ist nicht einfach dadurch entstanden, daß sich die Leibeswand der Mutter ausstülpte, sondern fast ihr ganzes Zellmaterial wird von indifferenten, unter dem Ektoderm der Alten gelegenen Zellen geliefert, die sich bei der Knospenbildung rasch vermehren. Noch am Muttertier bildet die ungeschlechtlich erzeugte junge Hydra Mund und Tentakel völlig aus und vermag sich ihr Futter selbst zu fangen. Beide aber haben, wenn eines reiche Beute macht, Vorteil davon, denn ihre Magenräume gehen ineinander über. Solcher Knospen entstehen bei Pelmatohydra oligactis bis zu acht und mehr an einem Polypen; es kommen sogar Enkelknospen an ihnen vor, so daß gelegentlich allerliebste kleine Tierstöcke von 10—20 Individuen entstehen können. Schließlich aber lösen sich die Knospen ab; dies geschieht, wenn die Tiere in voller Lebenskraft stehen, meist ziemlich bald nachdem die jungen Polypen fertig ausgebildet sind. Durch Knospung vermehren sich die Hydren das ganze Jahr hindurch sehr rasch, am stärksten in der warmen Jahreszeit. Schäffer (1755) errechnete — unter der Voraussetzung, daß alle geknospten

Nachkommen eines Stammpolypen am Leben bleiben und sich gleichmäßig vermehren — als Endzahl von 30 Generationen während der fünf warmen Monate 25467 Individuen! In Aquarien werden sie gelegentlich zu einer üblen Plage, die die Aufzucht von Jungfischen unmöglich macht. Weniger auffällig sind andere, seltenere Formen der ungeschlechtlichen Vermehrung. Sowohl die grünen wie die „grauen" und „braunen" Hydren schnüren sich gelegentlich an einer beliebigen Stelle ihres Körperschlauches einfach quer durch. Das hintere Stück braucht nach Koelitz 2 bis über 4 Tage, um einen neuen Tentakelkranz mit Mundscheibe zu bilden, das vordere 3 bis über 7 Tage für die neue Fußscheibe. Auch Längsteilung darf bei den Hydra-Arten als festgestellt gelten, selbst wenn vieles, was so gedeutet wurde, auf Mißbildungen beruhen mag: eine Furche schreitet vom Mundende einer Hydra aus nach unten fort, bis zwei Polypen auseinanderrücken können.

Aber die Hydren vermögen sich auch geschlechtlich fortzupflanzen. Die grüne Hydra der Tafel zeigt unter ihrem Tentakel zwei weißliche Buckel mit einer kleinen Erhebung in der Mitte, die Hoden, und in der unteren Hälfte einen fast abgeschnürten kugeligen Körper, eine reife Eizelle, die bei der grünen Hydra bereits von den parasitischen Grünalgen befallen ist. Beiderlei Geschlechtsprodukte sind nicht immer gleichzeitig da: neben zwitterigen Exemplaren finden sich andere nur mit Eiern oder nur mit Hoden. — Bald zwitterig, bald getrennt geschlechtlich scheinen auch die übrigen Arten aufzutreten, bloß Pelmatohydra oligactis soll immer Geschlechtertrennung haben. Die Knospenbildung wird in der Regel nicht gehemmt, wenn Geschlechtsprodukte an einer Hydra reifen; in seltneren Fällen entwickeln die Knospen selbst schon Eier und Larven. Die Eier der Hydra-Arten sind durch kurze Stiele im Ektoderm des Muttertiers verankert; sie machen hier auch ihre erste Entwickelung durch, nachdem sie von einem Samenfaden, wie sie von Zeit zu Zeit aus den kleinen Höckern auf der Mitte eines Hodens ausschwärmen, befruchtet wurden. Außer bei P. oligactis bilden sie eine Schale, die bei den einzelnen Arten sehr verschieden gebaut ist, und fallen schließlich einfach ab. Sie liegen dann noch 6—8 Wochen, ehe die kleinen, aber bereits vollständigen Polypen ausschlüpfen; diese strecken sich und setzen sich bald fest. — Ist dagegen bei P. oligactis ein schalenloses Ei reif zur Ablage, dann neigt sich die Alte, bis der Keim den Grund berührt. Dort wird er durch einen Schleim, den die Ektodermzellen der Mutter ausscheiden, festgeklebt und bildet erst jetzt eine Schale. So können nach Brauers Angabe bis zu 10 Eier abgelegt werden, die die Mutter im Kreis um sich anordnet. Die Jungen dieser Art schlüpfen dann schon nach 14 Tagen aus.

Geschlechtliche Vermehrung tritt nicht wie die Knospung das ganze Jahr hindurch auf, sondern nur unter bestimmten, für die einzelnen Arten verschiedenen Temperaturverhältnissen. Bei der grünen Hydra und einer „grauen" Art (Hydra vulgaris *Pall.*) löst zunehmende Erwärmung des Wassers die Ei- und Samenbildung aus, die bei der letzteren bei etwa 20° C beginnt. Umgekehrt wird Pelmatohydra oligactis dazu angeregt, wenn sich das Wasser auf 8—10° C abkühlt; sie wird im Freien vorwiegend im Herbst, die beiden anderen im Frühjahr mit Geschlechtsprodukten getroffen.

Feinde, die den kleinen, aber sehr wehrhaften Polypen nachstellen, gibt es kaum. Nach Steche übernimmt unsere große Sumpfschnecke Limnaea stagnalis in Aquarien gelegentlich den Polizeidienst gegen die Räuber; die Polypenläuse (Trichodina pediculus; vgl. S. 68), Infusorien, die man oft auf den Polypen eilfertig herumgleiten sieht, fressen ihren Wirt nicht an, wie vielfach geglaubt wurde, sondern nützen ihm, weil sie auf den Hydren lebende Pilze wegfressen. Aber ein anderes, in bezug auf Nahrungsaufnahme

außerordentlich leistungsfähiges Infusor, Prorodon teres (vgl. S. 62), greift, nach Reukauf, Hydren erfolgreich an, indem es sich mit dem Zellmund über ein Tentakelende zieht und den mit Nesselkapseln bespickten Fangarm bis zur Basis herunter allmählich verdaut.

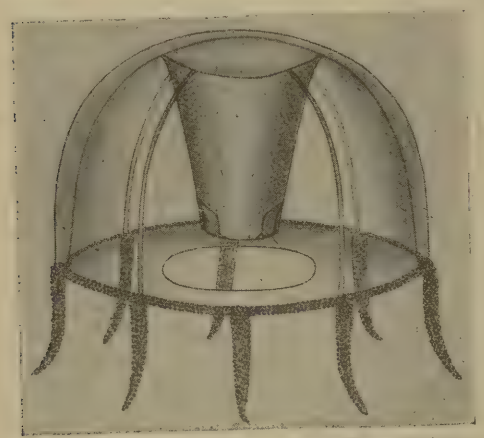
Verletzungen können einer Hydra nicht schaden; sie übertrifft ihre mythologische Patin bei weitem an Regenerationskraft, wie die Forscher des 18. Jahrhunderts bereits staunend feststellten. Schon 1740 hat Trembley zum ersten Male einen Süßwasserpolypen quer durchschnitten; er wurde „in große Aufregung versetzt", als er neun Tage darauf am Hinterende neue Arme sprossen sah. Der Versuch ist unzählige Male nachgemacht und auf alle erdenkliche Weise abgeändert worden: aus winzigen Körperstücken bilden sich neue Hydren, selbst dann noch, wenn das Teilchen $^1/_{200}$ des Körpers einer erwachsenen Hydra darstellt und einen Durchmesser von noch (mindestens) $^1/_5$ mm besitzt, wie Miß Peebles ausprobierte. Am besten regenerieren Stücke des Körperschlauchs, denn hier finden sich am reichlichsten indifferente Zellen, aus denen noch alles werden kann. Tentakel regenerieren schlecht, weil die gewebliche Sonderung der Zellen in diesen Spezialapparaten zu weit gegangen ist, Stücke aus Knospen dagegen infolge der zahlreichen indifferenten Zellen in den sich neu bildenden Teilen sehr gut; hier braucht die Menge von Körpergewebe, die noch zur Regeneration fähig ist, sogar nur $^1/_9$ mm im Durchmesser zu betragen. Begründet sind derartige Regenerationen wie bei den Schwämmen in der fast gleichwertigen Ausbildung aller Körperteile; lebenswichtige Zentralorgane, wie sie die höheren Tiere besitzen, fehlen eben noch ganz. — Das berühmteste Experiment an Hydra hat auch schon Trembley angestellt: es ist ihm gelungen, das Tier umzukrempeln! Er reizte einen Polypen, der sich mit Nahrung dick vollgepfropft hatte; dieser zog sich zusammen, und Trembley vermochte dann mit einer stumpfen Schweinsborste das Fußende nach innen umzustülpen und bis an die Tentakel zum Munde herauszutreiben. Und ein Teil der Polypen ging an diesem ungeheuerlichen Eingriff nicht zugrunde, sondern schien umgestülpt weiterleben zu können, so daß das Ektoderm scheinbar als Entoderm funktionierte und umgekehrt; an einer Rückstülpung wurden die Polypen durch quer eingesteckte Borsten verhindert. Erst Ishikawa und Nußbaum stellten fest, daß solche Polypen ihre beiden Zellagen unter allen Umständen in die alte Anordnung zurückbringen müssen, wenn sie weiterleben sollen; Ektoderm und Entoderm sind selbst bei diesen niedrigen Lebensformen nicht mehr vertauschbar. Ist eine einfache Rückstülpung wegen durchgesteckter Borsten unmöglich, so spaltet sich der Polyp entweder bis zu diesen Hindernissen auf und schaltet sie dadurch aus, oder aber alle Ektodermzellen setzen sich in Marsch und pilgern durch die von den Borsten verursachten Löcher nach außen.



Polyp von Microhydra ryderi *Potts*, flaches Stöckchen mit 2 Hauptästen, stark vergrößert. abc Astknospen, s gallertige, h hornige Scheide (Periderm), fr erste Anlage einer Frustel, w kleiner Strudelwurm, der durch Nesselfäden vom Polypen festgehalten wird. Nach A. Goette (Mitt. der Philomathischen Gesellsch. in Elsaß-Lothr., Bd. 4, Straßburg i. E. 1913).

Einen ganz einfach gebauten Süßwasserpolypen, Microhydra ryderi *Potts*, der aus England und Nordamerika schon länger bekannt ist, hat A. Goette neuerdings (1908) auch in

Deutschland gefunden (s. Abb., S. 107). Das winzige Geschöpf wird höchstens $^1/_4$ mm lang und $^1/_{10}$ mm breit und besitzt keine Tentakel. Der untere Teil des Körpers steckt in einer vom Ektoderm ausgeschiedenen hornigen Hülle, einem „Periderm", das oben in einen dünnen schleimigen Belag ausläuft und unten auf Wasserpflanzen, Steinen und anderem festsitzt; es ist in der Regel mit Steinchen und Algen überkrustet. Nur das etwas verdickte „Köpfchen" schaut aus dem Periderm heraus; es besitzt in der Umgebung des Mundes Nesselkapseln, mit deren Hilfe die Beute, kleine Würmer und dergleichen, wie bei den Hydren betäubt wird, um dann aufgenommen und verdaut zu werden. In den schwachen Körperkrümmungen bei der Nahrungsaufnahme erschöpft sich, soweit bekannt, die ganze Bewegungsfähigkeit eines Microhydra-Polypen. Gewöhnlich kommen die Tiere nicht einzeln, sondern zu 2—4 in kleinen, durch Knospung entstandenen Stöckchen vor; doch können sich die seitlich entstehenden Knospen auch abschnüren und selbständig festsetzen. Wie bei den Hydren findet sich gelegentlich Querteilung. Daneben gibt es eine eigentümliche Form der Längsteilung, die Frustelbildung. Nur auf einem kleinen Teil des Körpers erhebt sich ein länglicher Wulst und spaltet sich ab. Diese „Frustel" bleibt einfach liegen, wo sie hinfällt, oder sie wird durch Wasserströmung verschleppt; erst nach einiger Zeit macht sie sich seßhaft und wächst zum Polypen aus.



Meduse von Microhydra ryderi *Potts*, stark vergrößert. Nach Browne (Quart. Journ. of Microscopical Science, N. S. Nr. 197, London 1906).

Mit der geschlechtlichen Fortpflanzung hält es Microhydra wie die meisten Hydroidpolypen des Meeres: Eier und Samen entstehen nicht am Polypen selbst, sondern an einer „Meduse" (s. unten), die aus dem Polypenkörper hervorknospt, sich ablöst und frei im Wasser herumschwimmt; erst dabei erlangt sie die Geschlechtsreife. Über die Microhydra-Meduse (s. die Abb.) ist wenig bekannt; in Deutschland wurde der winzige Organismus (0,4 mm Durchmesser bei 0,3 mm Höhe) erst einmal gefunden, im Juni 1911 im Finowkanal unterhalb der Eberswalder Schleuse von W. Schorn, ohne daß der zugehörige Polyp am selben Platz entdeckt wurde. Der Beobachter der amerikanischen Microhydra, E. Potts, aber hatte das Glück, 12 Jahre nachdem er die Tiere zum ersten Male sah und züchtete, die Entwickelung der Medusen am Polypen zu beobachten. Die Meduse unserer Figur ist unreif; geschlechtsreife Medusen von Microhydra sind bis jetzt (1915) noch nicht beschrieben.

*

Die Medusen der Hydroidpolypen, wie man sie im Meere jederzeit in zahlreichen Arten erbeuten kann, sehen ganz anders aus als die Polypen, denen sie entsprossen sind, und leben auch ganz anders als diese. Sie sind Angehörige des Planktons, der Lebensgemeinschaft, zu der alle Tiere und Pflanzen gehören, die mit dem Wasser schwebend treiben und nicht eigene Kraft genug haben, gegen Strömung und Wellenschlag anzukämpfen. Und für das Schweben sind gerade die „Hydromedusen" wunderbar ausgerüstet: der Körper,

von der Form einer Glocke oder eines aufgespannten Regenschirmes, muß das Herabsinken im Wasser aus den oberen, belichteten und durch die hier lebenden Algen nahrungsreichsten Schichten möglichst verlangsamen, so wie der Fallschirm den Luftschiffer vor dem Absturz bewahrt. Der allergrößte Teil der Körpersubstanz ist zu einer wasserreichen Gallerte geworden, die wenig schwerer ist als das tragende Meerwasser. So gehört nur eine geringe Kraftanstrengung des Organismus dazu, den Körper in der Schwebe zu halten oder nach oben steigen zu lassen. Außerdem vermag eine Meduse auch meist sehr gewandt nach allen Richtungen zu schwimmen, wenn sie auch freilich nicht gegen Strömungen ankommt. Sie arbeitet dabei nach einem ganz originellen Prinzip: die Glocke zieht sich vermittels einer auf ihrer Unterseite ringförmig angeordneten Muskulatur kräftig zusammen, das darin enthaltene Wasser wird nach hinten herausgetrieben und der Rückstoß treibt das Tier vorwärts. Dann folgt ein Erschlaffen und darauf erneutes Zusammenziehen: so geht es ruckweise, in pumpenden Bewegungen, durchs Wasser.



Längsschnitt durch eine Hydromeduse. Nach O. Maas („Handwörterbuch der Naturwissenschaften", Bd. II, Jena 1912). ga Gallerte, ma Magen, ri Ringkanal, te Tentakel, ve Velum, go Gonade, st Stützlamelle.

Der Bau der scheinbar vom Hydroidpolypen so ganz verschiedenen Hydromeduse ist übrigens in den Grundzügen völlig der gleiche: in der Meduse hat sich der Polypenschlauch verkürzt und verbreitert. Aus der Stützlamelle wurde die voluminöse Gallerte. Der Scheitel der Glocke entspricht der Fußscheibe des Polypen; gegenüber liegt die Mundöffnung, von der ein Magenrohr zum Magen in der Glocke führt; durch die Abplattung des Körpers sind die äußeren Teile des ursprünglichen Magenraumes so eng zusammengedrängt, daß hier die obere und die untere Entodermlage zu einer Lamelle verschmelzen und nur die Mitte als „Magen" erhalten ist. Da aber Nährstoffe auch in die Randteile geleitet werden müssen, so bleiben in dieser Entodermlamelle noch kanalartige Hohlräume offen: „Radiärkanäle", meist vier (oder ein Vielfaches von vier), ziehen dicht an der Unterseite der Glocke bis zum Rand, wo sie durch einen „Ringkanal" rings am Glockenrand herum verbunden sind. Charakteristisch für die Hydromedusen ist das muskulöse „Velum", eine Doppelfalte des Ektoderms der Glockenunterseite, die in die Glocke hineinragt wie eine Blende. Es unterstützt die Glocke beim Auspuffen des Wassers. Die Tentakel am Rand der Glocke und auch der Mundrand führen zahlreiche Nesselzellen. Ansprüche, wie sie die freie Bewegung und die Jagd auf Beute an das Verhalten der Meduse stellen, bedingen ein höher als bei den Polypen entwickeltes Nervensystem, das sich in zwei Nervenringe konzentriert; von diesen werden Sinnesorgane für die Regelung des Glockenschlags und die Stellung im Wasser, aber auch Augen einfachster Bauart innerviert.

In der Regel sind die Medusen getrennten Geschlechts. Eier und Samen bilden sich in ektodermalen Geschlechtsdrüsen. Aus dem befruchteten Ei entsteht meist eine frei bewegliche Larve, die sich festsetzt oder zum Polypen auswächst, an dem dann wieder die Medusen sprossen. Polyp und Meduse sind zwei Generationen, der Polyp die ungeschlechtliche, die Meduse die geschlechtliche; sie folgen sich in regelmäßigem Wechsel, stehen in „Generationswechsel".

Warum ein solcher Generationswechsel? Diese Frage wird sich jedem aufdrängen,

besonders, wenn er erfährt, daß außerordentlich viele Hydroidpolypen wieder davon abgekommen sind, Medusen zu bilden. Geschlechtsprodukte entwickeln sich bei ihnen in allerhand Anhängen, „Gonophoren“, die vielfach noch deutlich erkennen lassen, daß daraus eigentlich eine freie Meduse hätte werden sollen, die aber nicht mehr fertig ausgebildet und abgelöst wurde. Bei Syncoryne mirabilis *Ag.* lösen sich sogar zuerst Medusen ab, später aber bleiben die Medusenknospen sitzen und reifen am Polypen.

Millepora nodosa *Esper.* 1) Stück einer Kolonie mit eingezogenen Polypen; schwach vergrößert. 2) Fünf Wehrpolypen (b) um einen Freßpolypen (a); stärker vergrößert. Nach Moseley. (Zu S. 111.)

Nach Kühn (1914) ist die Bildung von Medusen der ursprünglichere Zustand. Die gut schwimmenden Geschlechtstiere ermöglichten einer Art, ein viel größeres Lebensgebiet für sich zu erobern, als dies ewig an ihren Platz gefesselte Polypen können. In der unbeschränkten Verbreitungsmöglichkeit liegt jedoch zugleich eine Gefahr für die Art; geraten die Medusen auf die Hochsee hinaus, so verlieren die Larven, die aus ihren Eiern entstehen, häufig die Gelegenheit, sich anzuheften und zu Polypen zu werden. Nun fiel die Frühzeit der tierischen Entwickelung in eine Erdperiode, in der es noch keine Tiefsee, sondern nur flache Meeresbecken, reich gegliederte Küsten und zahlreiche Inseln gab, so daß ausgesprochene Küsten- und Flachseetiere wie die medusenbildenden Hydroidpolypen sich durch ihre frei schwimmende Generation über die ganze Erde verbreiten konnten. Als später in der geologischen Entwickelung der Erde allmählich die tiefen Meere auftraten, mußte sich die alte Tierwelt dem anpassen, wenn sie nicht untergehen sollte. Die Hydroiden mußten entweder auf die gefährdete Fortpflanzung durch freie Medusen verzichten, oder diese mußten den neuen Verhältnissen angepaßt werden. Die Entwickelung hat beide Wege beschritten: bei einem Teil der Arten bleiben die Medusen als mehr oder weniger rückgebildete Gonophoren am Polypen, und es werden aufs mannigfachste ausgebildete Polypen und große Polypenkolonien hervorgebracht. Bei den anderen wird das Hauptgewicht auf die Medusengeneration gelegt: ihre Zahl steigt ungeheuer und damit die Aussicht, daß Überlebende die Art erhalten; auch Lebensdauer und Lebensweise der einzelnen Meduse wird den neuen Ansprüchen besser gerecht. Dies

führt schließlich zu einer dritten Möglichkeit: die festsitzende Generation ist ganz unterdrückt und die freischwimmende liefert aus ihren Eiern gleich wieder das neue Planktontier.

Zweite Unterordnung: **Hydrokorallen (Hydrocorallia).**

Zu den Formen, in deren Erscheinung den Polypen die augenfälligste und wichtigste Rolle zukommt, zählen auch die Hydrokorallen. Die Hartteile gleichen denen mancher Korallen völlig und bestehen wie bei diesen aus kohlensaurem Kalk (bis zu 97 Prozent). Die Polypen sind zu vielen Hunderten in Stöcken vereinigt, die in den tropischen Meeren auf Felsen, sehr oft in Gesellschaft echter Korallen, sitzen und ihnen auch in den Formen völlig gleichen: große derbe Massen mit lappigen oder buckelartigen Fortsätzen bei den Milleporiden, oder reichverzweigte Bäumchen bei den Stylasteriden. Als charakteristischer Vertreter sei Millepora nodosa *Esp.* genannt (Abb., S. 110). Auf dem ganzen Skelett, das vom Ektoderm ausgeschieden wird, öffnen sich zahlreiche Poren; immer stehen um ein größeres Loch 5—8 kleinere in unregelmäßigem Kreis. In den Löchern sitzen die Polypen, deren Magenräume durch ein Röhrenwerk in der Skelettmasse alle miteinander in Verbindung stehen, wie eine Hydra mit ihren noch nicht abgelösten Knospen. Ist die Umgebung des Stockes ruhig, dann ragen die Polypen aus den Poren heraus; bei der geringsten Störung aber ziehen sie sich blitzschnell zurück. Sie treten in zweierlei Form auf: aus den großen Öffnungen ragen kurze, dicke Schläuche in die Höhe, „Freßpolypen" (a), mit weitem Mund und vier kurzen Tentakeln, die mit Nesselzellen gespickte Endkölbchen tragen. Aus den kleinen Löchern um sie herum erheben sich schlanke, mundlose Polypen mit zahlreichen (bis zu 20) solcher gestielten Nesselbatterien, die „Wehrpolypen" (b). Während der zentrale Freßpolyp ruhig aufrecht steht, führen die peripheren Polypen fortwährend schlängelnde Bewegungen aus, biegen sich auch manchmal zum Munde des zentralen herab; sie wehren Feinde ab oder führen ihm Futter zu, das sie erbeuten. Der Freßpolyp nimmt es auf, als Nahrung für die ganze Gesellschaft. — Sehr klar zeigen die Hydrokorallen auch, daß Polyp und Meduse im Grunde dasselbe sind: aus einer gewöhnlichen Polypenanlage kann eine Meduse werden, wenn Geschlechtszellen — entweder nur männliche oder nur weibliche in einer Kolonie — in sie einwandern und darin reifen. Die Medusen sind bei der Gruppe ganz verkümmert, ohne Tentakel, ohne Ring- und Radiärkanäle, ohne Velum und ohne Sinnesorgane. Sie schaffen sich während ihrer Entwickelung eine weite, verschlossene Kammer im Skelett, aus der sie schließlich ins Freie durchbrechen. Die weiblichen Medusen, die man dabei beobachtet hat, machen ein paar schwache Schwimmbewegungen und sterben sogleich, nachdem sie die amöboid beweglichen Eier entlassen haben.

Dritte Unterordnung: **Tubulariae (Anthomedusae).**

Weitaus die meisten und die bekanntesten Hydroidpolypenarten bilden Kolonien auf Steinen, Pfählen, Algen und Schneckenhäusern und allen möglichen anderen Unterlagen in der Strandlinie oder in geringen Tiefen. Gewöhnlich hat sich bei ihnen ein Polypenköpfchen mit Mund, Tentakeln und Magenraum von einem Stiel gesondert. Der Stiel kriecht wurzelartig auf der Unterlage; von dieser Wurzel und vom Stiel selbst können neue Polypen sprossen, so daß ausgedehnte Rasen und ganz verschieden geformte andere Verbände, wie Federchen, zierliche Zweige, kleine Büsche usw., entstehen. Immer wird ein „Periderm" ausgeschieden, eine bräunliche, derbe, chitinähnliche Substanz.

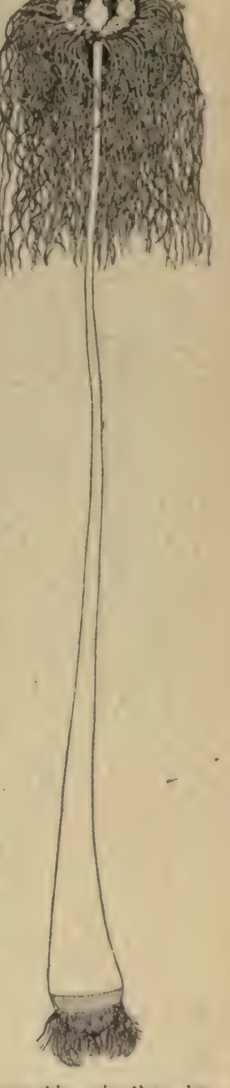
Bei der Unterordnung Tubulariae läßt die schützende Peridermhülle die Polypenköpfchen frei. Zu ihr zählt ein Polyp, der sich mehr und mehr das Süßwasser erobert und auch in Deutschland festen Fuß gefaßt hat, der Keulenpolyp (Cordylophora lacustris *Allm.*; s. Tafel „Hohltiere I", 3, bei S. 87). Er bildet 4—8 cm hohe, zierlich verästelte, rötlichweiße Bäumchen, die mit ihrem Wurzelgeflecht auf Steinen, Holz und Muschelschalen aufgewachsen sind. Freie Medusen fehlen. Eier und Samen entwickeln sich in kleinen kolbenförmigen Gonophoren, die an den Ästchen unterhalb der Polypen hervorsprossen; die Stöckchen sind getrennt geschlechtlich. Bis in die Mitte unseres Jahrhunderts hinein kannte man Cordylophora von der europäischen und nordamerikanischen Küste nur aus dem Brackwasser an Flußmündungen; sie verträgt, nach Boulenger, höchstens bis zu 1,3 Prozent Salzgehalt. Dann tauchte sie hier und da in dem Unterlauf von Flüssen, so in der Elbe und in der Themse, auf. Jetzt ist sie in der Alten und Neuen Welt weit ins Binnenland vorgedrungen. Dort gedeiht sie in reinem Süßwasser, in der Saale bei Halle fast 300 km, im Illinois-River in Nordamerika an zwei Fundstellen 1500 und 2400 km von der Küste entfernt. Die winzigen, aus den Eiern hervorgehenden Wimperlarven schwärmen, nach Hincks, nur etwa einen halben Tag und können gegen eine Wasserströmung schwerlich ankämpfen. Die Polypen dürften daher stromaufwärts nur passiv verschleppt werden, in erster Linie durch die Binnenschiffahrt, indem sie sich am Boden der Fahrzeuge ansiedeln. Auch wandernde Muscheln, wie die Dreyssensien, auf denen sie häufig sitzen, können sie mitbringen. In ihrem ursprünglichen Element, im Brackwasser, gedeihen die Tiere am besten; die Süßwasserkolonien (s. Tafel „Hohltiere I", 3, bei S. 87) bleiben kleiner und sind weniger reich verzweigt.



Kolonie von Hydractinia echinata *Flem.* auf einem Buccinum-Gehäuse, das ein Einsiedlerkrebs bewohnt. Natürliche Größe. Nach Allman.

Wie bei Cordylophora bleiben die Gonophoren auch bei den ebenfalls getrennt geschlechtlichen Kolonien der Hydractinia echinata *Flem.* festsitzen. Nur sprossen sie nicht einzeln an den Stielen gewöhnlicher Freßpolypen, sondern ganze Bündel sitzen an schmächtigen mundlosen Individuen, deren Tentakelkranz bloß durch eine Anzahl von Nesselknöpfen angedeutet ist. Das sonst ganz polypenartig gebaute Individuum hat offenbar nur noch die Aufgabe, Gonophoren zu bilden; es ist ein „Blastostyl" geworden. Wieder ein Fall von Arbeitsteilung innerhalb der Kolonie, wie bei den Hydrokorallen, der aber infolge der eigenartigen Lebensweise bei Hydractinia noch weiter geht. Die kleinen Polypen können sich, nach Hargitt, auf Uferpfeilern, auf Wasserpflanzen und auf den Scheren verschiedener Krebse ansiedeln. Doch für gewöhnlich bedecken sie in dichtem Rasen die Schneckenschalen,

die von Einsiedlerkrebsen bewohnt sind. Das Leben auf den Einsiedlerwohnungen bedeutet einen Vorteil, denn bei den Mahlzeiten des Krebses wird allerhand für die Freßpolypen abfallen. Dazu wird der seßhafte Tierstock vom Krebse mit herumgeschleppt und gewinnt dadurch so die bessere Ernährungsmöglichkeit der mit freier Bewegung begabten Tiere. Was bietet dafür der Polyp dem „Freunde“ als Gegenleistung? Außer den Nährpolypen und Blastostylen sind auch Wehrpolypen vorhanden, hier „Spiralzooide“ genannt, schlanke Schläuche (Abb. S. 112), mundlos wie die Blastostyle, und an Stelle von Tentakeln reichlich mit knopfförmigen Nesselbatterien versehen. Sie vermögen sich äußerst geschmeidig ein- oder auszurollen und behend nach allen Seiten hin umzuschlagen. Diese Wehrpolypen stehen dichtgedrängt am Schalenrand des Schneckenhauses und sind da geradezu Torwächter für die Burg des Krebses. Muß dieser retirieren, so ist seine Bewegung das Signal für die Spiralzooide: sie schlagen mehrfach energisch in den Eingang der Schale hinein und werden einen Angreifer, der den Krebs noch in sein Haus verfolgen will, empfindlich nesseln. Aber nicht nur das: das Wurzelgeflecht der Hydractinia-Kolonie ist ein außerordentlich dichter Filz aus mehreren Schichten durcheinanderlaufender Wurzelröhren, von denen jede außer den äußersten, die weich bleiben, Periderm abscheidet. So entsteht eine gleichmäßige, chitinige Lamelle über der Schneckenschale, die einerseits die Kalkschale selbst zu ersetzen vermag, wenn diese allmählich aufgelöst oder sonst zerstört wurde, anderseits über den Schalenrand hinauswächst, die Schale in ihrer Form fortsetzt und so dem wachsenden Krebs die Wohnung vergrößert; der gefährliche Umzug in ein neues Haus, bei dem er den weichen Hinterleib ungeschützt jedem Angreifer preisgibt, kann ihm dadurch erspart bleiben (s. auch S. 89). — Zum Schutz der Kolonie selbst recken sich aus dem massigen Wurzelgeflecht überall zwischen den Polypen Stacheln aus Peridermsubstanz in die Höhe, die von manchen als eigene, besonders umgebildete „Skelettpolypen“ aufgefaßt werden. Zwischen sie ducken sich die Mitglieder des Staates hinein, wenn sie bedroht werden oder das Schneckenhaus einmal auf die Polypenseite fällt, vor allem aber auch, wenn eine Schale mit Hydractinien bei Ebbe trocken zu liegen kommt: dann bewahrt das zwischen den Stacheln zurückgehaltene Wasser bis zur nächsten Flut die zarten Tierchen vor dem Vertrocknen. Die abgebildete Art ist in der Nordsee und an den Küsten des nördlichen Atlantischen Ozeans sehr häufig.



Branchiocerianthus imperator *Allm.* Verkleinert. Nach E. Stechow (Abh. der mathem.-physikal. Klasse der Bayer. Akad. der Wissensch., I. Supplementband, München 1909). (Zu S. 114.)

Und jetzt eine medusenbildende Form: Auf unserer Farbentafel „Medusen“ bei S. 126 rechts unten sieht man, wie sich eine kleine Glocke mit leuchtend rotem „Kern“ im Inneren (Magen und Mund) durchs Wasser pumpt. Der besonderen Form verdankt sie den Namen Tiara; freilich ist der solide Gallertaufsatz, der ihr die Ähnlichkeit mit der Krone der Perserkönige verleiht, nicht immer da. Tiara (Turris) pileata *Forsk.* ist eine der häufigsten Hydromedusen an der atlantischen Küste Europas und im Mittelmeer. Zu Tausenden

können die hübschen, ganz ansehnlichen Quallen (die größten haben 15—40 mm Glockenhöhe bei 10—20 mm Durchmesser) durchs Wasser treiben, große und kleine durcheinander. Der vierkantige Magen, der in die Glocke hineinhängt und an dessen Wand die Geschlechtsorgane sitzen, kann alle Abtönungen von gelblich bis rot, braun oder tiefpurpurrot zeigen, die Tentakel, 12—48 an Zahl, sind farblos oder hell purpurfarben; am Grunde jedes Fangfadens sitzt an jedem Kolben ein einfaches Auge, dunkelrot, braun oder purpurschwarz. Ringkanal und Radiärkanäle können bisweilen leuchtend smaragdgrün sein. — Aus den Larven, die aus dem Ei der Tiara hervorgehen, entstehen Stöckchen des an den europäischen Küsten sehr häufigen, einfach gebauten Polypen Perigonimus repens *Wright*, die sich mit Vorliebe auf Rücken und Beinen eines Krebses, Corystes, ansiedeln. Daß dieser sich in den Sand einzugraben pflegt, stört die Polypen nicht weiter. Die Medusen lösen sich von ihnen bereits ab, wenn sie erst zwei Tentakel haben.

Wahre „Versuchskaninchen" der Naturforscher sind unter den Hydroiden die Tubularia-Arten, deren Polypen das nicht durch Periderm geschützte Köpfchen außerordentlich leicht neu bilden können, wenn es ihnen weggeschnitten wird. Im Meer besorgen letzteres vor allem verschiedene Krebse; manche sind an das Leben in Tubularia-Kolonien besonders angepaßt und ernähren sich regelmäßig von den Köpfen der Polypen. Das Schicksal der Tubularia-Arten wäre besiegelt, wenn sie nicht ihre hohe Regenerationsfähigkeit hätten entwickeln können. Das Neubilden von Köpfchen ist ihnen so zur „Gewohnheit" geworden, daß dieser wichtigste Teil eines Polypen ohne weiteres preisgegeben werden kann, wenn ihn ein Angreifer packt. Es scheint sogar ein Lebensbedürfnis für Tubularia zu sein, im Laufe eines Sommers mehrfach „den Kopf zu verlieren": wenn äußere Reize dafür ausbleiben, wird das Köpfchen freiwillig abgestoßen.

Tubularia larynx *Ell. Sol.*, eine der häufigsten Arten, kommt an allen europäischen Küsten vor; jeder Polyp besitzt zwei Tentakelkränze, einen um den Mund und einen aus größeren Fangfäden darunter an der breitesten Stelle des birnförmigen Köpfchens. Hier hängen auch bei reifen Tieren — die Stöcke sind in der Regel eingeschlechtlich —, wie Trauben, zahlreiche medusenähnliche Gonophoren. Die Larven, die daraus hervorgehen, sind schon richtige kleine Polypen (Actinulae), die aber noch durch Wimperschlag schwimmen oder auf ihren Tentakeln frei herumkriechen, ehe sie sich festsetzen.

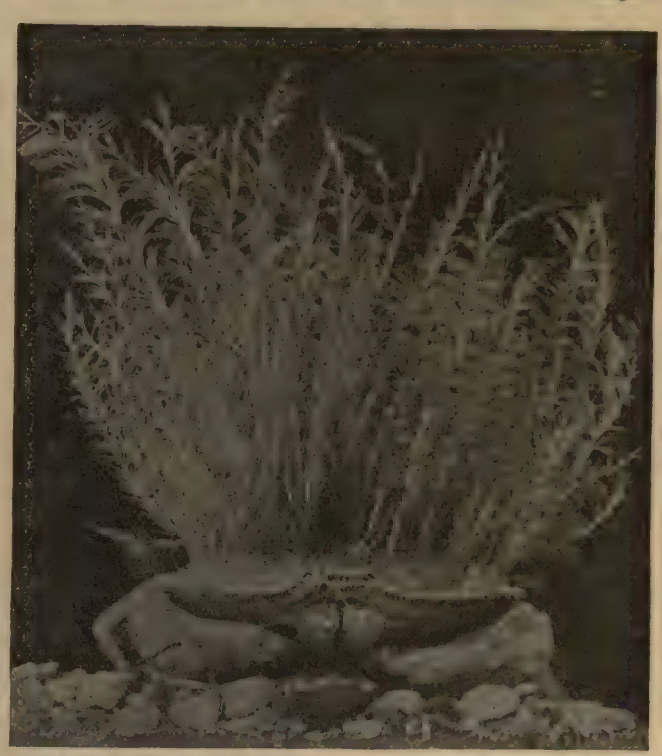
Nahe verwandt ist der Riese unter den Hydroidpolypen, Branchiocerianthus imperator *Allm.* (Abb., S. 113), von dem die Challenger-Expedition ein Exemplar von 2,235 m Höhe fischte. Es stammte aus dem Meer östlich von Japan, aus über 5000 m Tiefe, mit der größten, aus der Hydroidpolypen überhaupt bekannt sind. Die meisten bis jetzt gefundenen Exemplare der Art sind aber nur 80—90 cm hoch; sie kamen aus mittleren und großen Tiefen des nördlichen Stillen Ozeans, von der ostafrikanischen Küste und vom Golfe von Panama. Branchiocerianthus ist ein Einzelpolyp von prächtig roter oder gelber Farbe, der mittels eines Schopfes wurzelartiger Fortsätze am unteren Ende im Grund verankert ist. Nur dieser untere Teil, etwa $^1/_{10}$ der ganzen Höhe, ist von Periderm bedeckt. Die Tentakeln sind in zwei Kränzen angeordnet, über deren unterem die Gonophoren sitzen.

Vierte Unterordnung: **Campanulariae (Leptomedusae).**

Bei den Hydroiden aus der Unterordnung der Campanulariae bildet das Periderm, im Gegensatz zu allen Tubulariern, auch für die Köpfchen schützende Hüllen in Gestalt zierlicher, kleiner Kelche. Auf Störungen durch Berührung oder chemische Reize klappen die

ausgestreckten Polypen ihre Tentakel blitzschnell zusammen und ziehen sich völlig in diese Schlupfwinkel zurück. Auch diejenigen Zweige der Kolonie, an denen Medusen oder festsitzende medusoide Knospen entstehen, sind in kleine, oft ganz besonders ausgestattete Peridermkapseln eingehüllt. Die Medusen unterscheiden sich von denen der Tubularier leicht dadurch, daß ihre Gonaden nicht den Magenwänden, sondern den Radiärkanälen anliegen.

Die Polypen dieser Gruppe sind wie die Tubularier überall an unseren Meeresküsten vertreten und bilden meist Kolonien mit vielen Hunderten von Einzeltieren. Oft zeigen sie ein besonders hübsches Wachstum: zierliche Fiederblättchen, kleine, symmetrisch gewachsene Zweige, Büsche und reich verästelte Bäumchen. Unter günstigen Lebensbedingungen, so in den Watten unserer Nordsee, bildet Thuiaria (Sertularia) argentea *L.*, die aus der gewaltigen Artenzahl herausgegriffen werden mag, ganze Wiesen. In Büsum und anderen Plätzen wird diese Art von den Krabbenfischern in großer Menge eingetragen und kommt getrocknet und grün gefärbt als „Seemoos" zur Ausschmückung von Blumentöpfen und ähnlichem in den Handel. Häufig siedeln sich die Kolonien auf Taschenkrebsen an und lassen sich von ihnen herumtragen. Sie finden so reichlicher Nahrung, als wenn sie immer auf einem Flecke sitzen, und der Krebs ist durch sie „maskiert", wenn er sich bewegt und erst recht, wenn er in Ruhe bis an die Augen eingegraben im Sand sitzt.



„Seemoos", Thuiaria argentea *L.*, auf einem Taschenkrebs. Nach einem Präparat der Kgl. Biologischen Anstalt Helgoland. Aus Otto Steche, „Hydra und die Hydroiden", Leipzig 1911.

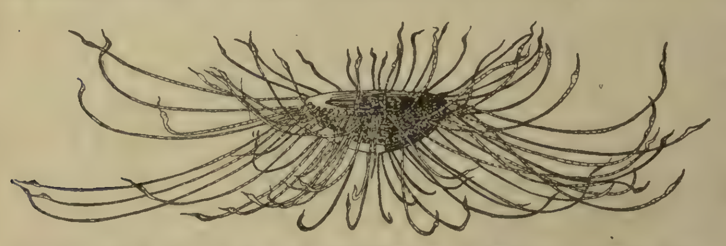
Fünfte Unterordnung: **Trachymedusen (Trachymedusae).**

Sind bei Thuiaria und ihren Verwandten die Polypen im Entwickelungskreis der Art die Hauptform, so werden es in der Gruppe der Trachymedusen die Medusen.

Von ihnen wurde Gonionemus murbachi *Mayer* (Abb., S. 116) als Gegenstand zahlreicher physiologischer Untersuchungen amerikanischer Forscher in den letzten Jahren viel genannt. Bis jetzt wurde die Art nur an der Küste von Massachusetts in der Umgebung der biologischen Station Woods Holl gefunden. Die bis 2 cm breite Qualle ist ein reizendes Geschöpf: die fast völlig durchsichtige flache Glocke wird von den vier lebhaft gelben oder

braunen Radiärkanälen durchkreuzt, die von einem dunkelbraunen Magen ausgehen. Am Rand erglänzt an der Ansatzstelle jedes der zahlreichen (bis 80) zarten, langen Tentakel ein funkelnd smaragdgrüner Fleck. Auf den Tentakeln reihen sich wie Perlen Büschel von Nesselzellen; nahe der Spitze erhebt sich auf der Oberseite jedes Fangarmes ein kleines, nesselzellfreies Polster, ein „Saugnapf". Mittels der Saugnäpfe vermag sich die Meduse mit dem Mund nach oben an Wasserpflanzen und anderem festzuheften.

Ungemein anziehend ist auch ihr Leben und Treiben, wie es namentlich Perkins schildert. An trüben Tagen oder bei einbrechender Nacht wird die Meduse sehr lebhaft. Sie schwimmt unter starkem, rhythmischem Zusammenziehen der Glocke bei verkürzten Tentakeln aufwärts. In dem Augenblick, wo sie den Wasserspiegel berührt, kippt sie um, breitet die Glocke flach aus und läßt die Tentakel nach allen Seiten horizontal ausströmen. In dieser Haltung sinkt sie langsam abwärts, ein großes Netz aus nesselnden Fäden, das selbst Tieren, die größer als die Qualle sind, gefährlich werden kann. So „fischt" sie bei trübem Wetter tagelang mit kleinen Pausen. Gelegentlich heftet sie sich auch an ein Seegrasblatt oder sonst einen Gegenstand am Grund, oder hält im Wasser mit ausgebreiteten Tentakeln still. Dann ist sie, fast unsichtbar, eine tödliche Falle für alle kleinen Krebse und Fische. Die Eier werden von Juli bis September abgesetzt, immer etwa eine Stunde nach Sonnenuntergang; abnehmendes Licht vermag auch noch vom Körper abgetrennte Gonaden zu reizen, Eier auszustoßen. Aus dem Ei entwickelt sich ein kleines, polypenartiges Wesen, das sich durch Knospung vermehrt. Wie die Meduse daraus entsteht, ist noch nicht beobachtet.



Gonionemus murbachi *Mayer*, in „Fischerstellung". Nach Perkins aus H. S. Jennings „Das Verhalten der niederen Organismen unter natürlichen und experimentellen Bedingungen", Leipzig und Berlin 1910. (Zu S. 115.)

Ein paar Trachymedusen gibt es auch im Süßwasser. Craspedacusta (Limnocodium) sowerbii *Lank.*, eine etwa 12 mm breite Meduse mit mehr als 200 Randtentakeln, wurde in London, in Lyon und einmal im Münchener Botanischen Garten im Victoria regia-Becken beobachtet. Einheimisch soll sie in Nordamerika sein, wo sie aber ebenfalls nur aus den Warmhausbassins bekannt ist; der Polyp soll dem von Microhydra (s. S. 108) gleichen. Eine zweite Craspedacusta-Art lebt im Yangtsekiang, 1000 Seemeilen von der Küste entfernt. Süßwassermedusen der Gattung Limnocnida *Günther* sind im Victoriasee, im Tanganjika, in Rhodesia und im Niger gefunden; neuerdings hat man auch in Indien eine Art entdeckt.

Bei der schönen großen Geryonia proboscidalis *Forsk.* (Carmarina hastata *Haeckel*), der Rüsselqualle (s. die Tafel „Medusen", Fig. 2, bei S. 126), entwickelt sich aus dem Ei direkt wieder eine freischwimmende Meduse; so hat sie sich, unabhängig von einem küstenbewohnenden Polypenstadium, in allen warmen Meeren rings um die Erde verbreiten können. Im Mittelmeer ist sie im Frühjahr eine der häufigsten großen Medusen und erreicht hier bis 8 cm Glockendurchmesser. Vollendete Durchsichtigkeit sichert sie gegen Feinde und macht sie in den obersten lichtdurchfluteten Meeresschichten, wo sie einzeln oder in Schwärmen lebt, auch für das geübte Auge des sammelnden Zoologen fast unsichtbar. Junge Rüsselquallen sind ganz kristallklar; bei älteren erkennt man die Geschlechtsorgane als weißliche

oder mattrosa gefärbte Trübungen längs der sechs Radiärkanäle auf der Unterseite der Glocke. Mattweiß schimmern auch vom Ringkanal aufsteigende, blind endende Gefäße, sieben zwischen je zwei Radiärkanälen; sie verbessern die Nahrungsverteilung in der Glocke. Die Beute, kleine Krebse und Planktontiere, wird von den sechs schlanken Tentakeln gepackt, die sich viermal so lang ausziehen können als der lange, aus Gallerte bestehende „Magenstiel", der Klöppel der Medusenglocke. Was die Fangarme erbeuten, wird dem faltigen Mundrohr am Ende des Magenstiels zugeführt und von da in den gleich darüber gelegenen Magen weitergegeben. Von diesem laufen die Radiärkanäle am Stiel hinauf zur Glocke. Trifft irgendein Reiz den Glockenrand oder einen Tentakel, so biegt sich der Magenstiel rüsselartig nach der Stelle hin, bis der Mund sie berührt.

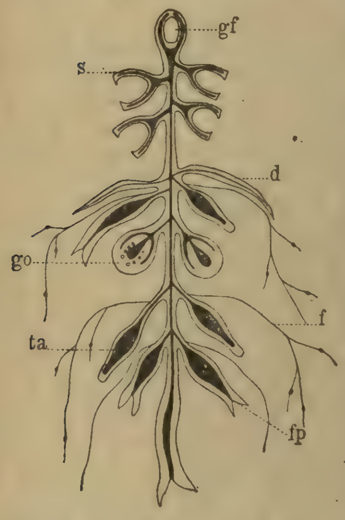
Zweite Ordnung:

Staatsquallen (Siphonophora).

An wunderbarer Zartheit, Farbenreiz und graziösem Spiel zierlich geformter Anhänge kommt unter allen Nesseltieren keine Gruppe den Staatsquallen oder Siphonophoren gleich. Alle leben planktonisch und sind in allen warmen Meeren von der Oberfläche bis zu großen Tiefen zu Hause. Sie sind Tierstöcke: nicht Gesellschaften von Polypen, die sich noch mehr oder weniger gleichen, wie etwa bei Hydractinia, sondern Staaten, deren Glieder sich in bestimmte Arbeitsleistungen zum Wohl des Ganzen teilen und je nach ihrer Aufgabe auch eine ganz bestimmte Gestalt aufgeprägt erhalten. Diese „Zoide" sitzen an einem längeren oder kürzeren Stamm und sind teils polypenähnlich — als schlauchförmige Freßpolypen oder mundlose „Taster" —, teils „medusoid" als Schwimmglocken, Gonophoren, Gasflaschen und Deckstücke. Die vergleichende Entwickelungsgeschichte zeigt, daß manche davon ganzen Medusen oder Polypen gleichwertig sind, andere nur bestimmten Teilen von solchen. Bei der wichtigsten Staatsquallengruppe, den Pneumatophoriden, ist die Anordnung der Zoide (Abb., S. 118) so, daß an der Spitze des Stammes eine „Gasflasche" sitzt; sie enthält ein von einer besonderen Gasdrüse ausgeschiedenes Gasgemisch. Durch ihren Auftrieb ist das Vorderende der Kolonie im Wasser nach oben gerichtet. Dann folgt die „Schwimmsäule", eine Zone aus lauter kleinen, medusoiden Schwimmglocken, deren Schlag die Staatsqualle durchs Wasser treibt. Die lange „Nährzone" wird fast wagrecht nachgeschleppt. Sie besteht aus Freßpolypen, richtigen schlauchförmigen Hydroidpolypen, die die Beute aufnehmen und soweit zerlegen, daß die Brocken in ein von Entoderm ausgekleidetes Hohlraumsystem, das alle Zoide verbindet, weitergegeben und von den Entodermzellen selbst gefressen werden können. Zwischen den Freßpolypen können mundlose, früher allgemein als „Taster" bezeichnete Polypen sitzen; sie sind vermutlich Ausscheidungs„organe", vielleicht aber auch besondere Mägen für die Phagocytose. Immer sind medusoide Gonophoren vorhanden, jede einzelne entweder männlich oder weiblich; aber in der Regel finden sich Gonophoren beiderlei Geschlechts an derselben Siphonophore. „Deckstücke" schützen die Polypen, häufig auch Gonophoren und Taster.

Gewaltig ist die Bewaffnung mit Nesselkapseln, die zu äußerst wirksamen, geradezu „sinnvoll konstruierten" Batterien aufgehäuft sind. Chun hat sie für eine bei den Kanarischen Inseln vorkommende Art, Stephanophyes superba *Chun*, genau untersucht. In jedem der Nesselknöpfe, die an langen Stielen vom Fangfaden herabhängen, stehen zahlreiche

Nesselzellen in Reih' und Glied, einige davon von besonderer Stärke und Größe; die „Batterie" ist von einer Membran überdeckt, die mit einem sehr beweglichen Endfaden in Verbindung steht. Wo dieser abgeht, sitzen wieder zahlreiche Kapseln, und schließlich ist er selbst damit und vielleicht auch noch mit Klebzellen gespickt; er ist der eigentliche Greifapparat. Ein Beutetier, das mit dem Endfaden in Berührung kommt, klebt fest und wird mit den Nesselfäden seiner kleinen Kapseln überschüttet. Versucht das Opfer sich loszureißen, so entladen sich die zahlreichen kleinen birnförmigen Kapseln an der Ansatzstelle des Endfadens. Hat dies noch nicht genügt, so wird der zappelnde Gefangene bei seinen Befreiungsversuchen die Membran von der Batterie abreißen: wie die Geschosse eines Maschinengewehrs entladen sich da nacheinander Hunderte von Nesselzellen und zuletzt die gefährlichste Waffe, die großen stabförmigen Kapseln. Eine solche Batterie, deren jeder Nesselfaden mehrere führt, kann gegen 1700 Nesselkapseln verfeuern und sehr ansehnliche Tiere völlig lähmen und töten.



Schema einer Siphonophore. Nach Boas und Nick (45. Bericht der Senckenberg. Naturf. Ges. 1914). gf „Glasflasche", d Deckstück, f Fangfaden, fp Freßpolyp, ta Taster, go Gonophore, s „Schwimmsäule" aus medusoiden Schwimmglocken.

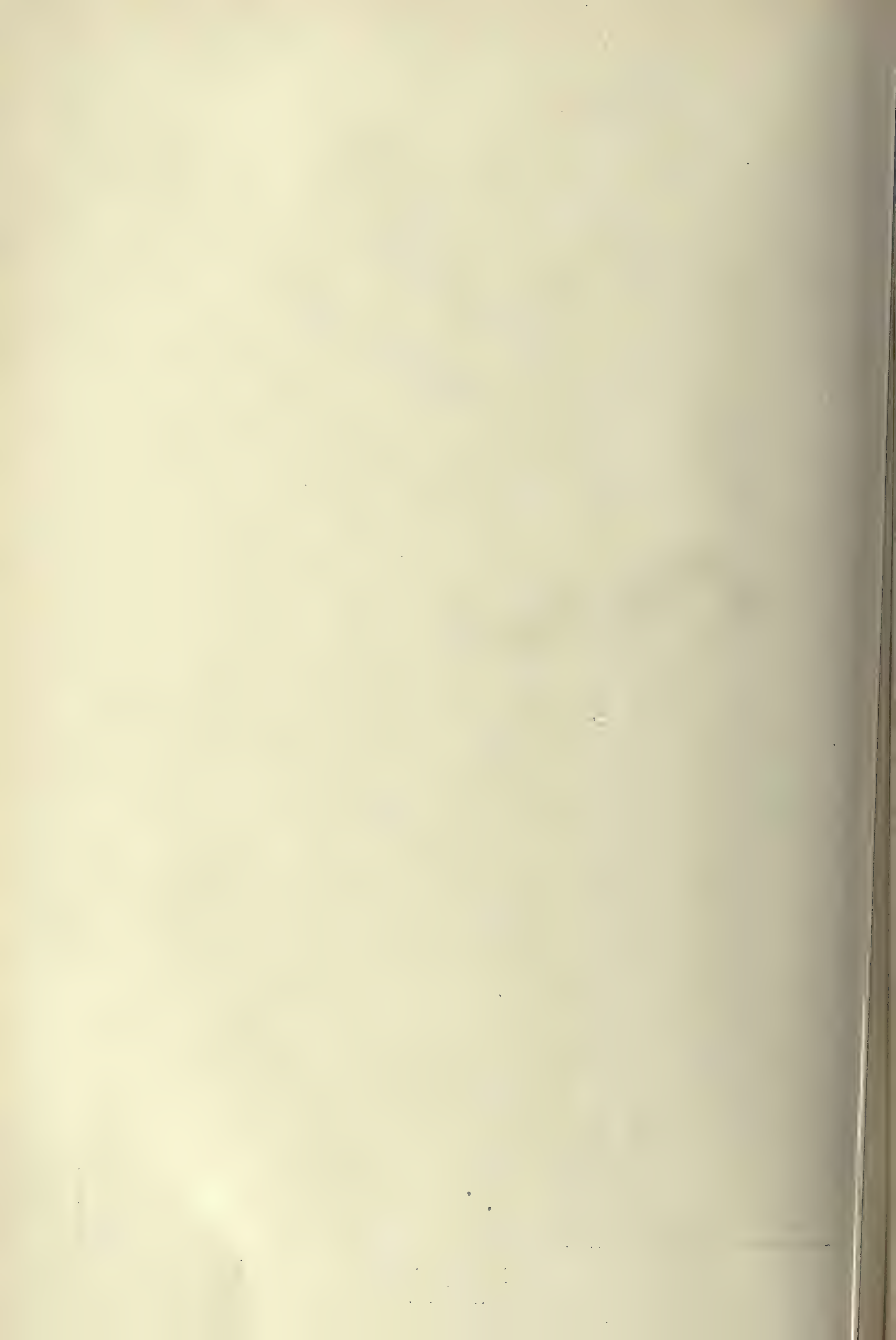
Eine der schönsten Staatsquallen des Mittelmeeres und der warmen Gebiete des Atlantischen Ozeans ist Physophora hydrostatica *Forsk.* (s. Tafel „Hohltiere I", 5, bei S. 87), die gelegentlich durch Strömungen auch einmal nach Norden, selbst bis zum Nordkap hinauf, verschleppt wird. Bei ruhigem Schweben im Wasser bietet der zarte Organismus das allerzierlichste Bild. Feine Farben: Gelblich, Rosa und Rot schimmern auf den langen, wie suchend und tastend sich krümmenden Schläuchen („Tastern") im Umkreis der ganz kurzen Nährzone. In dieser sind die Einzelstücke in konzentrischen Kreisen angeordnet; lange, graziös im Wasser spielende Nesselfäden mit großen roten Nesselbatterien hängen dazwischen heraus. Die Kuppe der Gasflasche an der Spitze der gedrungenen kräftigen Schwimmsäule ist leuchtend karminrot. Wird das Tier irgendwie gereizt, so ziehen sich im Nu die langgestreckten Senkfäden und alle übrigen Anhänge zwischen die Taster zurück, und diese legen sich wie eine Palisadenwand schützend um die „inneren Organe". Sie haben eine sehr kräftige Muskulatur; wenn sich alle gemeinsam zusammenziehen, kommt eine pumpende Bewegung zustande, die die Wirkung einer Medusenglocke erzielt: durch den Schlag dieser gleichsam in Streifen aufgelösten Glocke vermag die Kolonie ihre Bewegung einzuleiten. Innerhalb der Taster sitzen die Freßpolypen mit den Nesselfäden und die männlichen und weiblichen Gonophoren.

Für gewöhnlich steht die Kolonie mit der Gasflasche an der Spitze aufrecht im Wasser und steigt durch den Schlag der Schwimmglocken nach oben oder sinkt langsam, wenn deren Tätigkeit ruht. Doch brauchen sich nicht alle Schwimmglocken auf einmal gleichmäßig zusammenzuziehen; durch teilweise Kontraktionen der Schwimmzone vermag das Tier die Stellung der Schwimmsäule und damit auch die Bewegungsrichtung in jeder beliebigen Weise zu ändern. Das Zusammenarbeiten dieser Teile und überhaupt aller Anhänge des Körpers ist bei Physophora, einem sehr hochentwickelten Nervensystem entsprechend, wunderbar harmonisch. In allen ihren Bewegungen macht sie durchaus den Eindruck eines Individuums und nicht den einer Tierkolonie.



Blasenqualle.

Etwa 1/4 nat. Gr.



Der „Stamm" wird bei vielen Siphonophoren stark verkürzt; scheinbar ganz verschwunden ist er bei einer der berühmtesten und berüchtigtsten Staatsquallen, der **Blasenqualle, Seeblase** oder **Portugiesischen Galeere**, Physalia arethusa *Browne*, dem „Segler vor dem Winde" der deutschen Seeleute. Alle Anhänge, Freßpolypen, Taster, Gonophorentrauben und die enorm langen Senkfäden hängen von der Unterseite einer gewaltigen, durchscheinenden Blase herab, die auf der Oberfläche des Meeres schwimmt. Diese Gasflasche ist unregelmäßig oval, an den Polen in Zipfel ausgezogen und erreicht 20—30 cm Länge bei 8—10 cm Breite. Oben auf der Blase verläuft etwas schräg der Länge nach ein Kamm. Das Gas im Inneren, das einer Gasdrüse entstammt, besteht nach Analysen von Schlesing und Richard vorwiegend aus Stickstoff sowie 12—15 Prozent Sauerstoff und 1,18 Prozent des seltenen, auch in der atmosphärischen Luft enthaltenen Edelgases Argon; aus der Gaskammer führt eine Öffnung nach außen.

„Die Galeeren schillern im Schmuck der prächtigsten Farben. Die Luftblase und ihr Kamm erscheinen wie getriebenes Silber, verziert mit Hellblau, Violett und Purpur. Ein lebhaftes Karminrot färbt kleine Verdickungen am Kiel des Kammes und wundervoll zartes Ultramarinblau alle Anhänge." (Lesson.) So liegen die prachtvollen Geschöpfe manchmal in Schwärmen von Tausenden auf dem Meeresspiegel warmer Zonen. Der aufrechte, versteifte Kamm dient als Segel, mit dem die Galeeren vor dem Winde treiben. Während der Fahrt fischen die zahlreichen Fangfäden, die sich bis zu 30 m Länge ausdehnen, das Wasser wie ein Riesennetz ab. Sie starren von Nesselbatterien, die eine ganz fürchterliche Wirkung haben und sogar dem Menschen gefährlich werden. Um sich einer prächtigen Physalia zu bemächtigen, sprang nach Meyens Erzählung ein junger kecker Matrose ins Meer, schwamm auf das Tier zu und faßte es an. Da geriet er in die langen Fangfäden, und in fürchterlichem Schmerz schrie er verzweifelt um Hilfe; kaum konnte er schwimmend das Schiff erreichen, um sich an Bord hissen zu lassen. Hier erkrankte er so schwer an Entzündungen und Fieber, daß man geraume Zeit um sein Leben besorgt war.

Trotz ihrer Gefährlichkeit leben regelmäßig Fische in der Gesellschaft von Physalia. Vor allem ist es der im Atlantischen, Indischen und Stillen Ozean weitverbreitete Nomeus gronovii *Gmelin*, der immer dann gefangen wird, wenn „portugiesische Galeeren" dahertreiben, zwischen deren Tentakeln er herumspielt; er läßt sich sogar mit ihnen von den Wellen auf den Strand werfen. Von der sonderbaren Gemeinschaft dürfte nur der Fisch einen Vorteil haben, der in dem Bereich der Physaliententakel vor jedem Feind gesichert ist; auch von der reichen Beute der Seeblase wird manches für ihn abfallen. Vielleicht ist er gegen die Nesselkapseln besonders gefeit. Exemplare von Nomeus, die Garman an den Tentakeln hängend gefunden hat, waren zwar bereits teilweise verdaut, dürften aber nach Waite von gefangenen Raubfischen ausgespien worden sein.

Die vollkommenste Anpassung an das Leben auf dem Meeresspiegel hat die **Segelqualle**, Velella spirans *Eschz.* (s. die Farbentafel bei S. 120), erreicht. Tiefblau, wie der Ozean selbst, bleibt sie Feinden, die von oben oder auf dem Wasser herkommen, verborgen. Aber auch von schräg unten aus dem Wasser gesehen wird sie nicht zu erkennen sein. Denn die ovale Scheibe, die auf dem Wasser schwimmt und alle Anhänge trägt, besteht aus einer Lage von 20—30 konzentrischen Ringkammern, die, mit atmosphärischer Luft gefüllt, infolge der totalen Reflexion so silberig glänzen wie der Wasserspiegel selbst, wenn man ihn von schräg unten her betrachtet, etwa vor einem Aquarium. Diese gekammerte Luftflasche

entsteht bei Velella und ihren Verwandten anders als die Gasflasche der bisher erwähnten Siphonophoren. Sie wurde aus der Glocke einer Medusenanlage gebildet, die sich erst mit Luft füllt, sobald die Larve an die Oberfläche steigt. Die Segelqualle bleibt dann zeitlebens auf dem Wasserspiegel und muß auch lebensnotwendig mit der Atmosphäre in Berührung sein, denn sie und die verwandte Porpita *Lam.* sind die einzigen Cölenteraten, die Luft atmen. Die Ringkammern münden oben durch Poren nach außen; nach unten aber geben sie luftführende Gänge ab, die sich im ganzen Stock aufs feinste verästeln, wie die Tracheen im Körper eines Insekts, an die sie übrigens auch im Bau stark erinnern. Etwa zweimal in der Minute wird die dem Wasser zugekehrte untere Fläche gegen die Luftkammern gepreßt, und die polypoiden Anhänge daran ziehen sich energisch zusammen: die Luft wird aus den „Tracheen" in die Kammern und durch die Poren nach außen getrieben. Beim Erschlaffen kann frische Luft in die wieder ausgedehnten Hohlräume der Kolonie nachströmen.

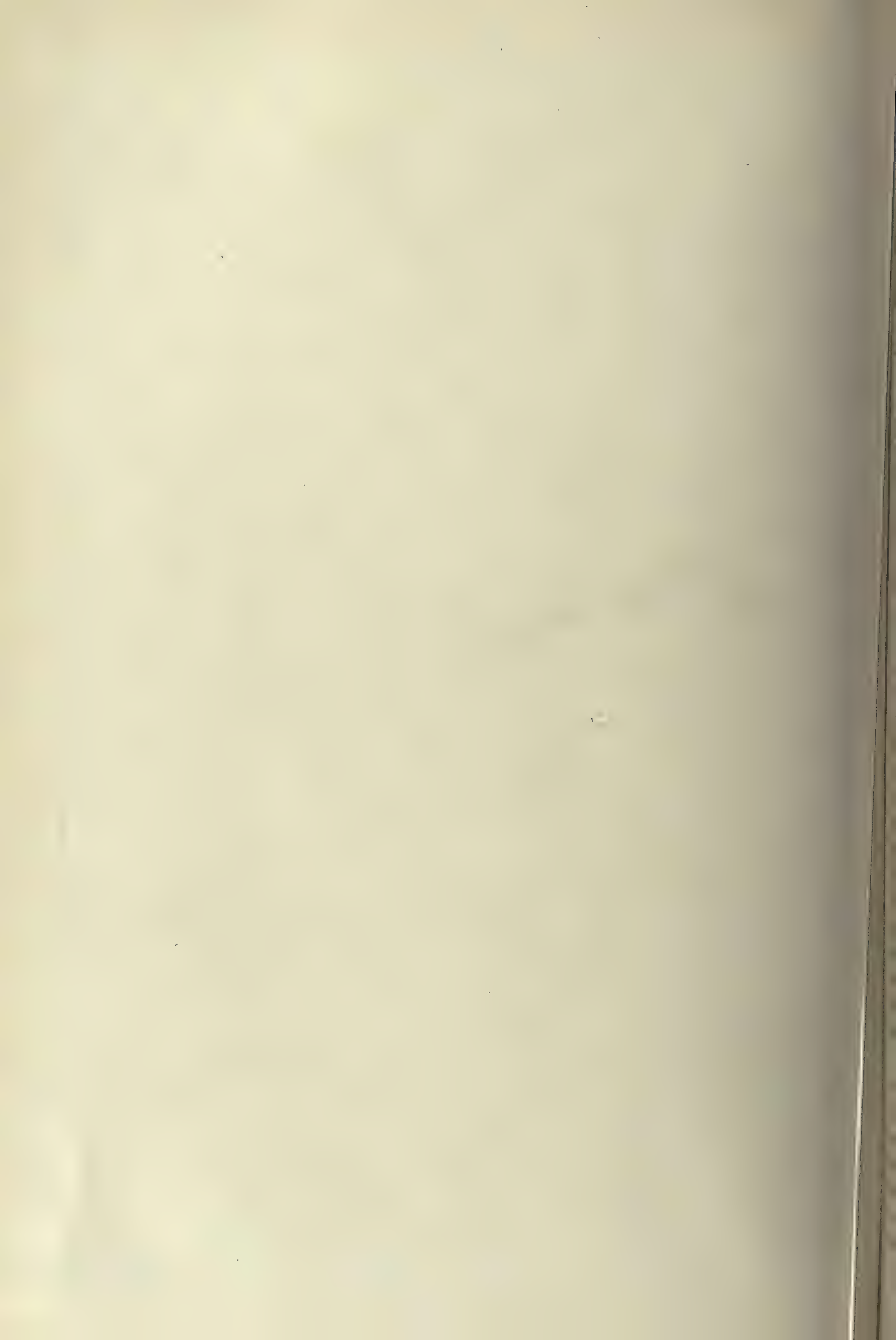
Die Scheibe hat länglich-viereckigen Umriß; in der Richtung der einen Diagonale erhebt sich darauf ein großes dreieckiges, ein wenig geschweiftes Segel, das den Wind fängt, und den kleinen „Segler bei dem Winde", wie er bei den deutschen Seeleuten heißt, auch bei schwacher Brise leicht dahingleiten läßt. Lange, im Wasser nachschleppende Anhänge, die eine rasche Fahrt verlangsamen müßten, fehlen. Nur kurze, am Ende mit Nesselbatterien versehene Tentakel, die in mehreren Reihen zu äußerst auf der Unterseite der Scheibe stehen, dienen dem Fang der Beute. Unterstützt werden sie wohl durch den reichlichen, am Scheibenrand ausgeschiedenen Schleim, an dem jedes Krebslein festklebt, das damit in Berührung kommt. Auch sonst ist jeder Ballast vermieden: an den zahlreichen kleinen Geschlechtspolypen, die innerhalb der Tentakel in mehreren Reihen sitzen, aber den Bau und die Aufgabe gewöhnlicher Freßpolypen haben, sprossen Medusen, die sich loslösen und selbständig leben, so daß die Kolonie nicht durch festsitzende Gonophoren belastet wird. Die ungeheure Menge der abgelösten „Chrysomitren", wie die schon lange bekannten, den Anthomedusen der Tubularier ähnlichen Medusen heißen, sichert die Erhaltung der Art. Sie sinken in große Tiefen hinunter; die Entwickelung ihrer Eier, deren Kenntnis wir Woltereck verdanken, läuft über merkwürdige Larvenstadien, von denen das letzte auftaucht und sich an der Oberfläche zur Velella ausbildet.

„Auch dafür ist gesorgt, daß bei Windstille, welche die Kolonien zwingt, tagelang an derselben Stelle zu liegen, unfähig, vermittels dehnbarer Fangfäden reichliche Beute zu erwerben, die Kost nicht ausgeht: Nester von gelbbraunen Algen (Zooxanthellen), welche im Körper sich häufen, vermitteln durch ihre Symbiose eine Ernährung von seiten des Schmarotzers." (Chun.)

Dank ihrer vollendet zweckmäßigen Organisation hat sich Velella rings um die Erde verbreiten können und tritt oft in ganz ungeheuren Scharen auf. Der Plankton-Expedition Hensens ist im Atlantischen Ozean ein Schwarm von etwa 140 Seemeilen Länge begegnet, und an der „Côte d'Azur" ist die blaue Velella, dort „Sankt Peters Schifflein" genannt, im Frühjahr geradezu Charaktertier. Nach stürmischem Wetter kann hier die Brandung nach Woltereck Wälle von über 1 km Länge und ½ m Höhe aufwerfen, die aus Millionen toter Velellen bestehen.

Nahe verwandt ist die gleichfalls in allen Meeren verbreitete Porpita umbella *O. F. Müll.*, die ebenfalls auf unserer Farbentafel dargestellt ist. In Organisation und Lebensweise gleicht sie der Velella sehr, nur fehlt das Segel, und der Luftbehälter, der aus über 100 konzentrischen Kammern bestehen kann, ist eine runde Scheibe.





Zweite Klasse:

Scheibenquallen (Scyphomedusae).

Auffallender, größer und lebhafter, wenn auch immer zart gefärbt, sind im Gegensatz zu den meist kleinen und durchsichtigen Hydromedusen die Scheiben- oder Schirmquallen, die Scyphomedusen. Beim ersten Anblick scheinen sie den anderen völlig zu gleichen; genau wie jene pumpen sie sich durch den regelmäßigen Schlag ihrer kräftigen Glocken durchs Wasser, und aus dieser Glocke hängen ein Mundstiel oder zarte, gekrauste Bänder oder duftige, blatt- und blütenähnliche Gebilde. Nach Bau und Entwickelung aber sind beiderlei Medusen scharf geschieden. Wohl entsteht aus dem Ei und der daraus hervorgehenden Wimperlarve ein festsitzendes polypenartiges Wesen, der Scyphopolyp oder das Scyphostoma (Fig. 6). Aber an diesen meist sechzehnarmigen Polypen knospen keine Medusen. Manchmal löst sich das ganze Tier von seiner Unterlage und wandelt sich zur Meduse um; in der Regel aber bildet sich diese dadurch, daß sich die Mundpartie mit den Tentakeln durch eine quere Einschnürung ablöst und davonschwimmt. Häufig geht diese Querteilung gleich an zahlreichen, untereinandergelegenen Stellen des Polypenkörpers vor sich, so daß er, bevor die jungen Medusen auseinander schwärmen, wie ein Satz Teller aussieht. Der Scyphopolyp wird also selbst zur Scyphomeduse, während in der Hydromeduse ein neues Individuum am Polypen knospt, der durch ihre Ablösung in seiner Individualität nicht berührt wird.



Entwickelung der Ohrenqualle, *Aurelia aurita L.* Die bewimperte Larve (1) setzt sich fest (2) und wird unter Ausbildung von Tentakeln (3, 4, 5) zum Scyphostoma-Polypen (6). Durch wiederholte Einschnürungen bildet sich dieser zur Strobila um (7), von der sich dann die jungen Scheibenquallen abtrennen (8), um als sogenannte Ephyren (9) frei herumzuschwimmen. Diese wachsen sich zur fertigen Koralle aus. Alles vergrößert. Aus Hesse und Doflein, „Tierbau und Tierleben“, Bd. I, Leipzig und Berlin 1910.

Die Scyphostomen sitzen, wie die Hydroidpolypen, im Wasser auf Pfählen, Steinen und allen möglichen anderen Gegenständen, manchmal als dichter weißlicher Überzug; in den Seewasseraquarien siedeln sie sich häufig an den Scheiben an. In der Organisation ähneln sie den Polypen der Anthozoen (s. S. 128); ihr Magenraum ist durch vier vorspringende Entodermfalten in vier Taschen zerlegt. Die kleinen, frisch abgelösten Scyphomedusen sehen zunächst aus wie kleine Sterne, denn der Rand einer solchen „Ephyra“ ist in acht lange Fortsätze geteilt. Aber mit dieser unvollständigen Glocke arbeiten sie sich schon wie die Alten mit lebhaften Stößen voran. Erst nach und nach vervollständigt sich der

Schirmrand, bleibt aber im Gegensatz zu dem der Hydromeduse immer noch ausgezackt, wie mit einem Besatz zierlicher Spitzen versehen (Fig. 9 auf S. 121). Ein Velum wie bei den Hydromedusen wird nie ausgebildet. Tentakel fehlen vielfach auch. Regelmäßig aber stehen „Randkörper" zwischen den Spitzen; entsprechend der schon im Scyphopolypen gegebenen vierstrahligen Symmetrie sind es im einfachsten Falle vier, in der Regel aber acht Sinnesorgane, die in erster Linie die Regelung des Glockenrhythmus sowie, als statisches Organ, die Einstellung der Meduse zur Richtung der Schwerkraft besorgen; daneben können sie aber auch der Aufnahme von Lichtreizen und vielleicht von chemischen Reizen (Geschmack, Geruch) dienen. Bei einer Gruppe, den Charybdäiden, kommen sogar wirkliche, zusammengesetzte Augen mit Linse und Glaskörper vor. Die reifen Geschlechtszellen werden im Gegensatz zu den Hydromedusen im Entoderm untergebracht, auf der Glockenunterseite in der Wandung des oft recht komplizierten Gastralraumsystems. Gewöhnlich werden die Eier im Körper der Mutter durch eingedrungene Spermien befruchtet. Hier durchlaufen sie dann ihre erste Entwickelung und kommen in vielen Fällen erst als hochentwickelte, zum Festsetzen reife Larven zur Welt.

Erste Ordnung:

Lucernaria.

Die einfachst gebauten Formen, die Becherquallen (Lucernariidae), sind mit dem Glockenpol festgeheftet; manche Forscher erklären sie daher als geschlechtsreif gewordene Scyphostomen. Aber sie zeigen doch auch Eigentümlichkeiten, die darauf hinzuweisen scheinen, daß ihre Ahnen einmal freie Medusen waren. Alle Vertreter der Familie sind Kaltwasserformen.



Haliclystus *Clark*, auf einem Seegrasblatt sitzend. Natürliche Größe. Nach Photographie von H. Main.

An vielen Stellen der nordeuropäischen Küste leben auf Seegrasblättern die Arten von Haliclystus *Clark*, gelbliche oder bräunliche Geschöpfe von 2—3 cm Höhe. Ebenso groß ist der Durchmesser des „Kelches" (der Glocke), in dessen Mitte sich auf einem niedrigen Kegel der Mund öffnet. Die kleinen hohlen Tentakel mit Nesselknöpfen am Ende sitzen in niedlichen Büscheln auf acht gedrungenen Armen; bei der nordeuropäischen Art H. octoradiatus *Lam.* zählt ein Büschel 30—60 solcher Fangfäden. Zwischen den Armen finden sich die bei den Lucernariden eigentümlich umgebildeten Randsinneskörper: in der Hauptsache drüsiges Gewebe, das einen klebrigen Saft ausscheidet. Mit Hilfe dieser „Randanker" können sich die Tiere festheften und sogar kriechend fortbewegen.

Sehr eigentümlich verläuft die Entwickelung, die Wietrzykowsky bei der genannten Art genau studiert hat. Die aus den Eiern hervorgehenden Larven setzen sich nach ein- bis viertägigem Umherkriechen in Gesellschaften bis zu 20 Stück dicht zusammen fest und vermögen unverhältnismäßig große Tiere zu bewältigen, indem alle ihre Nesselkapseln losschießen. Die Beute wird aber in der Regel nur von einer einzigen Larve aufgenommen, während die übrigen nach und nach verhungern. Die „auserwählte" Larve sorgt aber meist selbst wieder für Nachwuchs: bevor sie sich zum Haliclystus umbildet, läßt sie an ihrem Körper neue Larven hervorknospen, die genau aussehen, wie die aus Eiern hervorgegangenen, und auch das gleiche Leben beginnen.

Zweite Ordnung:
Coronata.

In ganz andere Lebensbezirke führen die Vertreter der Coronaten: sie sind fast nur aus den großen Tiefen aller Ozeane bekannt. Mit die schönsten Formen sind die großen Periphylla-Arten, die bis zu 4000 m hinuntergehen. Die abgebildete Periphylla regina *Haeckel*, mit 16 großen Randlappen, 12 sehr beweglichen Tentakeln und 4 Randkörpern, wird bis zu 20 cm breit und ebenso hoch. Besonders auffällig sind die Tiere durch die tief rostrote Farbe, die im Entoderm ihren Sitz hat. Solche tiefroten, tiefbraunen oder dunkelvioletten Töne finden sich vielfach bei den Bewohnern der kalten, lichtlosen Tiefen; ihre biologische Bedeutung harrt noch der Klärung. Bei manchen Tiefseemedusen ist ferner eine Vergrößerung oder Vermehrung der Sinnesorgane eingetreten. So tragen die Arten der Gattung Atolla *Haeckel*, matt dunkelbraune Medusen mit gedrungenem, tief dunkelvioletten Mundrohr, bis zu 32 Sinneskörper zwischen den Läppchen des Randes. Atollen sind in Tiefen bis zu 4600 m gefunden worden.



Periphylla regina *Haeckel*. Etwa 9/13 natürlicher Größe. Nach E. Vanhöffen („Wissensch. Ergebn. der Deutschen Tiefsee-expedition auf dem Dampfer ‚Valdivia'", Bd. III, Jena 1903).

Dritte Ordnung:
Discophora.

Erste Unterordnung: Semaeostomata.

Eine Charakterform des offenen Meeres in den warmen Teilen des Atlantik und im Mittelmeer ist die Leuchtqualle, Pelagia noctiluca *Pér. Lsr.* (Abb., S. 124), eine Meduse mit fast halbkugeliger Glocke von 5—6 cm Durchmesser. Wie Geryonia unter den Hydromedusen, hat sich die Art unabhängig gemacht vom festsitzenden Stadium; aus den Eiern entstehen direkt wieder Medusen. Zum Artnamen hat ihr das glänzende Licht verholfen, das sie bei Nacht auf Reize hin auszustrahlen vermag; ein Wasserspritzer genügt, sie wie einen Feuerball aufstrahlen zu lassen. Der Sitz des Leuchtens ist hauptsächlich der fettartige Inhalt gewisser Epithelzellen in den orangebräunlichen „Nesselwarzen" der Glockenoberfläche. Sonst ist die Meduse in zartes Purpurrot gekleidet, von dem sich das tiefe Rot der Tentakel und Gonaden reizvoll abhebt. Aus der Glocke hängen vier schlanke, sehr dehnbare Mundarme. Es sind nach innen offene Rinnen, die wie die acht Tentakel im Wasser spielen und Beute machen; auf Nesselwarzen der Außenseite und auch auf ihren zierlich gefältelten, membrandünnen Rändern führen sie zahlreiche Nesselzellen.

Ihr verwandt ist die **Kompaßqualle**, Chrysaora hyoscella *L.*, die im September manchmal in dichten Scharen in der Nordsee und an der nordatlantischen Küste Europas erscheint. Die auffällige Kompaßzeichnung macht die prachtvolle, bis 30 cm breite Meduse sofort kenntlich. In der Regel strahlen vom Scheitel 16 dunkelbraune Streifen nach allen Richtungen aus, die sich nach dem Rande zu gabeln; häufig zeigt sich noch mitten auf dem Scheitel ein kreisrunder brauner Fleck. Wundervoll zierlich sind auch hier die Mundarme gestaltet, die sich bis zu 2 m Länge ausdehnen können: wie bei Pelagia Rinnen, deren Ränder aber noch viel reicher gekraust und gefältelt sind. Auch die 24 hohlen Tentakel können sich außerordentlich lang ausziehen.

Chrysaora ist eine der wenigen zwitterigen Medusen. Meist ist sie in der Jugend männlich, dann werden eine Zeitlang Eier und Samen gleichzeitig gebildet und schließlich bei alten Tieren nur noch Eier. Die Eier entwickeln sich in der Mutter und werden als Wimperlarven geboren. Maud Delap ist es geglückt, daraus im Laufe von etwas mehr als einem Jahr über das Scyphostoma- und Ephyra-Stadium eine Meduse von 22,8 cm Durchmesser im Aquarium zu züchten, die dann unter verschlechterten Temperatur- und Futterverhältnissen nach 36 Tagen auf 15 cm Durchmesser zurückging. Das sehr gefräßige Tier wurde mit Plankton gefüttert und nahm mit Vorliebe kleine Medusen; die Futterkonkurrenz seiner schwächeren Geschwister hatte es bald erledigt, indem es sie alle verschlungen hatte. Die Chrysaora-Scyphostomen vermögen sich, wie bei anderen Arten auch, durch Sprossung zu vermehren. Außerdem kann das Scyphostoma eigentümliche Dauerstadien bilden: ein Teil des Gewebes der Fußscheibe wird von einer Chitinkapsel umkleidet, und diese „Podocyste“ kann, wie Hérouard feststellte, bis zu drei Jahren liegen und dann wieder ein neues Scyphostoma ergeben.



Pelagia noctiluca *Pér. Lsr.* Nach L. Nick aus A. Steuer, „Planktonkunde“, Leipzig und Berlin 1910. (Zu S. 123.)

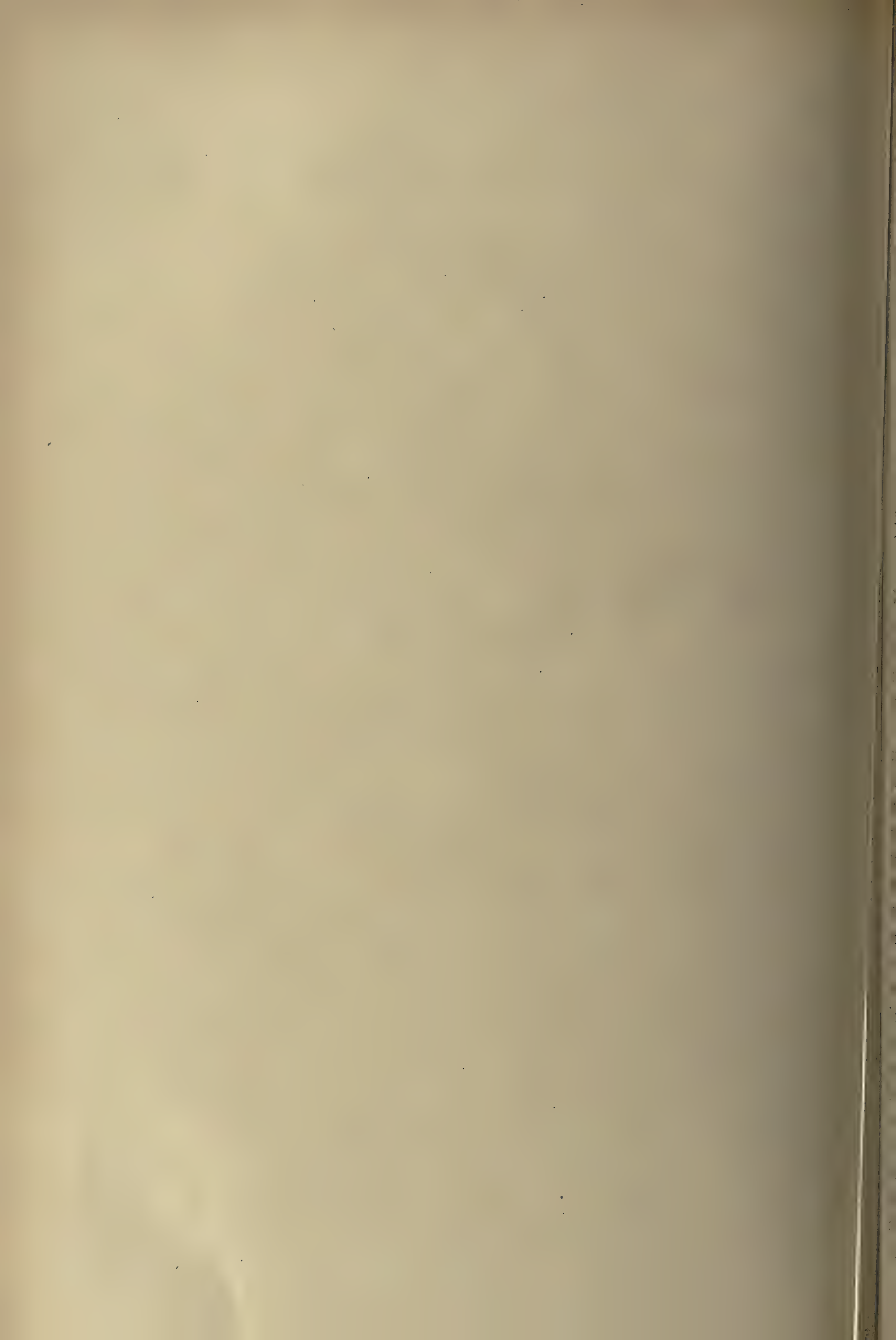
Bekannter als Chrysaora sind die im Hochsommer in den Nordseebädern gemeinen blauen und gelben Quallen, Arten der in allen Meeren der kalten und gemäßigten Zone häufigen Gattung Cyanea *Pér. Lsr.* Ausgewachsene, unverletzte Cyaneen sind prachtvolle Geschöpfe. Wenn sie sich an der Meeresoberfläche sonnen, bieten sie „ein Schauspiel dar, welches in seiner Art kaum von einem anderen Wunderwerk des organischen Lebens übertroffen wird: eine schön geformte Scheibe von 1—2 m Durchmesser, prachtvoll gefärbt und zierlich gezeichnet, darunter herabhängend der wallende Busch der zarten, faltenreichen Armgardinen, der labyrinthisch gewundenen Geschlechtsbänder, beide weit überragt von den



Meduſen.

Nat. Gr.

Hydromeduſen: 1. Tiara pileata *Forsk.* 2. Geryonia proboscidalis *Forsk.* — Scyphomeduſen: 3. Lungenqualle, Rhizostoma pulmo *L.*



zahllosen beweglichen Tentakeln, deren Bündel eine Länge von 20—30 m und mehr erreichen. Dabei treten diese herrlichen Riesenmedusen in den nordischen Meeren auch in solchen Scharen auf, daß die Oberfläche des Meeres meilenweit von ihnen bedeckt wird, wie ich selbst an schönen Sommerabenden an der norwegischen Küste beobachtete." (Hartlaub.) Die Abbildung 2 auf der Tafel „Hohltiere I" bei S. 87 zeigt eine mit eingezogenen Tentakeln ruhig niedersinkende gelbe Haarqualle, Cyanea capillata *L.*, die auch noch in der Ostsee bis zur ostpreußischen Küste vorkommt. Man blickt auf die Unterseite und mitten in die Fülle der zarten „Dessous" der Meduse hinein: im Zentrum die verschwenderisch reich gekrausten häutigen Mundfahnen, die den großen Mund verdecken. Ihnen gesellen sich die gewundenen Genitalkrausen bei, die die nach außen hängenden Gonaden tragen; die Geschlechtsprodukte werden wie üblich in die Magentaschen entleert. Von letzteren sieht man zarte Kanälchen in die acht nochmals geteilten Randlappen hineingehen, um auch den Geweben an der Peripherie Nahrung zuzuführen. Die Tentakel sitzen nicht am Rande; sie sind auf die Unterseite der Scheibe gerückt, äußerst feine und dehnbare, mit Nesselkapseln gespickte Fäden, die in riesiger Zahl in acht hufeisenförmig angeordneten Bündeln vorhanden sind. Sehr hübsch kommt auf dem Bild ein Teil Ringmuskulatur (die karrierte Partie unten links) heraus, die das unaufhörliche rhythmische Pulsieren der Scheibe bewirkt. — In der Nordsee sind nur Tiere mit höchstens 35 cm Durchmesser beobachtet.

Die blaue Nesselqualle, Cyanea lamarcki *Pér. Lsr.*, nach A. G. Mayer nur eine Unterart der gelben, bleibt zwar kleiner und hat nur etwa halb soviel Tentakel wie die andere, ist aber vielleicht noch reizvoller durch die prachtvolle, zart kornblumenblaue Farbe der Glocke und der Anhänge, die gegen das Ende der Mundarme, Tentakelkrausen und Tentakel allmählich in Weiß übergeht. Auch sie kommt in Schwärmen von Millionen vor; im salzarmen Wasser der Ostsee fehlt sie.

Zu den Cyaneen kommt als eine der allerhäufigsten Scyphomedusen die Ohrenqualle, Aurelia aurita *L.* (s. Tafel „Hohltiere I", 1, bei S. 87), die im Sommer oft in gewaltigen Scharen an den europäischen Küsten auftritt und in der quallenarmen Ostsee bis zum Finnischen Meerbusen hinauf gefunden wird. Zum Namen haben ihr die allerdings mehr hufeisen- als ohrenförmigen vier Gonaden verholfen, die auf der Unterseite der sehr flachen Scheibe als Wülste hervorragen. Sie sind gefärbt, meist blaßrot, und leuchten daher durch den fast ganz durchsichtigen Schirm hindurch, der selbst zart weißlich, gelblich, rötlich oder violett getönt sein kann. Lebhafter werden diese Farben an den vier schmalen, schwach gekrausten Mundarmen und an den zahllosen kurzen Tentakelchen. Zwischen ihnen sitzen in acht seichten Kerben des Randes die Sinneskörper. Als feine trübe Linienzeichnung ist ein Kanalsystem zu erkennen, das sich vom zentralen Magen aus hübsch regelmäßig in den Oktanten bis zum Rand hin verteilt, wo ein Ringsinus die Kanälchen aufnimmt. Die Nahrung der Meduse besteht nach Rauschplat aus Ceratien und anderen kleinen Planktonorganismen. Aurelia erreicht gewöhnlich 5—10 cm, manchmal aber auch bis 40 cm Durchmesser; Möbius hat ihren Wassergehalt zu 97,99 Prozent festgestellt. Kein Wunder, daß von den zahllosen Medusen, die die Brandung manchmal an den Strand wirft, nach ein paar Stunden nichts mehr übrig ist! Die schönsten „Naturselbstdrucke" von Aurelia kann man sich herstellen, wenn man sie einfach auf einem Blatt Papier eintrocknen läßt. — Im Loch Sween, einem durch sein reiches Tierleben berühmten Fjord an der Westküste Schottlands, hat Kerr ihren ganzen Lebenslauf in freier Natur studieren können. Die Medusen erscheinen im Frühsommer und führen Ende Juni Planula-Larven in den Rinnen

der Mundarme. Die Scyphostomen besiedeln dann Anfang August in enormen Mengen die langen, breiten Riemen des Zuckertangs (Laminaria saccharina) und können bei Ebbe leicht in beliebiger Menge eingetragen werden. Im Aquarium lassen sie sich nach Delap 3 bis 4 Jahre lang halten und schnüren dann noch Medusen ab. Normalerweise aber bilden sie während des Winters Ephyren, im Loch Sween vom November an. Dort verschwinden die weißen Polypen im Januar von den Laminarien, während im Plankton massenhaft Ephyren und Aurelien bis zu 1 cm Durchmesser auftreten. Um Ostern haben die jungen Medusen etwa 7 cm Durchmesser erreicht, Ephyren aber sind ganz spärlich geworden, und zur Mittsommerzeit stehen sie im Zenit ihres Lebens; der August bringt nur noch spärliche zerfetzte Exemplare mit milchig getrübtem Gewebe, die bald zugrunde gehen.

Zweite Unterordnung: **Rhizostomata.**

Einen ganz anderen Quallentypus stellt die Lungenqualle, Rhizostoma (Pilema) pulmo *L.* (s. die beigeheftete Tafel „Medusen“, Fig. 3), dar, eine Bewohnerin des warmen Mittelmeeres; die sehr ähnliche, hauptsächlich durch die größere Zahl Randlappen unterschiedene Rh. octopus *L.*, die an der atlantischen Küste Europas lebt, ist nach A. G. Mayer nur eine Varietät. Gelegentlich tritt auch sie in großen Schwärmen in der Nordsee auf; an der milchigweißen, etwas bläulichen Farbe ist sie von weitem unter den anderen großen Nordseequallen zu erkennen.

Die mediterrane Form, die bis 60, ja 80 cm Glockendurchmesser erreicht, ist ganz zart cremegelb; in pikantem Gegensatz dazu steht der tief kobaltblaue Lappensaum. Wenn die Glocke völlig erschlafft ist, hebt sich die stark gewölbte Scheitelpartie von dem Randteil ab und die Spitzen sind nach innen geklappt. Dann ziehen die kräftigen Ringmuskeln auf der Unterseite die Randpartie so stark zusammen, daß die ganze Glocke zur Halbkugel wird, die peripheren Teile sogar für einen Augenblick einen Zylinder darstellen und das heftig aus der Glocke ausströmende Wasser den Saum nach außen herumschlagen läßt (s. das kleine Rhizostoma im Hintergrunde der Tafel). Die Meduse tut einen Ruck voran, der Schirm erweitert sich und die hübschen blauen Lappen legen sich wieder nach innen.

Das Schönste an der Meduse aber sind die acht Mundarme, auf denen ein lockeres, zierlich wie Blumenkohl gekrauſtes Polster aufsitzt; oben unter der Glocke zeigen sich nochmals reizende kleine „Schulterkrausen“. Überall in den Krausen sitzen zahlreiche kleine Poren, durch die die Nahrung in „Armkanäle“ aufgenommen wird, denn der große, kreuzförmige Mund der übrigen Scyphomedusen fehlt den Rhizostomiden völlig. Wohl tritt in der Entwickelung von Rhizostoma ein Stadium mit einem Mund und vier rinnenförmigen Mundarmen auf, wie bei den anderen; aber dann legen sich die Ränder der Rinnen zusammen und verwachsen als Wände der Armkanäle; dabei wird auch der Mund verschlossen. Schon vorher spaltet sich jeder der vier Arme. Die Verschlußnähte der Rinnen auf den Innenseiten der acht Arme wuchern, fälteln sich zierlich auf und verästeln sich und bilden so jenes wunderbar zarte Gekräusel, das auch in je zwei Partien auf die Außenseite der Arme übergreift. Die Schulterkrausen wachsen ganz unabhängig davon aus dem oberen Teil der Armkanäle heraus; auch auf ihnen bilden sich zahlreiche kleine Poren. Alle Krausen sind mit vielen feinen, Nesselzellen führenden „Lippententakeln“ besetzt. Mit Nesselzellen sind außerdem auch die Endkolben ausgerüstet, dreikantige Fortsetzungen der Arme, die häufig einen hübsch blauen Anflug zeigen. Dafür fehlen lange, nesselnde Tentakel vollständig; der Lappensaum ist nur durch acht Sinneskörper unterbrochen, die lebhaft

orangefarbene Konkretionen enthalten und der gerade bei Rhizostoma viel studierten Regelung des „Glockenpulses“ dienen.

Durch die rhythmische Bewegung versorgt sich das Tier nach Uexküll ganz automatisch mit Nahrung. Jeder Schlag der Glocke treibt die Meduse voran; der schwere Anhang, die Mundarme mit den Krausen, können infolge der Trägheit und der Reibung im Wasser nicht sofort nachfolgen. Dadurch wird der Abstand zwischen Armen und Glocke bei jedem Ruck nach vorn größer, der dazwischenliegende Magen wird sich erweitern und durch die zahlreichen Poren muß Wasser in ihn hineinströmen. Elastische Gallertspangen, die die Arme am Schirm befestigen, stellen dann jedesmal beim Erschlaffen die normale Lagerung der Teile wieder her und drücken das überschüssige Wasser wieder heraus. Dieser regelmäßige Wasserstrom reißt natürlich immer allerhand Kleinplankton, die Hauptnahrung der Meduse, mit sich. Es wird bereits in den Mündungen der Armkanalzweige verdaut und der Nahrungsbrei dem Magen zugeführt, während Unbrauchbares gleich wieder ausgeworfen wird. Aber auch mit größeren Tieren werden die Rhizostomen fertig, wenn sie diese einmal durch die Nesselkapseln der Endkolben und Lippententakeln betäubt haben. Die Beute wird von den Armen umschlossen und außerhalb des Tieres an den Berührungsstellen mit den Poren durch verdauende Fermente so weit aufgelöst, daß die zahllosen kleinen, aber ziemlich erweiterungsfähigen Mäulchen sie aufnehmen können. Unverdauliche Reste, wie die Panzer größerer Krebse, werden einfach durch Öffnen der Arme fallen gelassen. (Hamann.)

Unter die Glocke der großen Lungenqualle unserer Tafel schlüpft ein kleiner Fisch. Genau wie Nomeus bei der gefährlichen Physalia (s. S. 119), leben bei Rhizostoma, aber auch bei vielen anderen Medusen (z. B. den Cyanea-Arten), fast regelmäßig Jungfische unter dem Schirm, Vertreter der Gattungen Caranx, Trachurus und verschiedene Gadiden (Kabeljau, Schellfisch und Wittling). Nach der landläufigen Annahme soll es ein „ideales“ Freundschaftsverhältnis sein. Die Fische sollen schmarotzende Amphipoden (Hyperia) fernhalten, die sich in den Medusenschirm einnagen, während sie selbst durch die Nesselzellen der wehrhaften Genossin vor Angriffen geschützt sind, und dazu noch von dem Überfluß an Futter, den sich die Meduse verschafft, etwas abbekommen. Scheuring aber beobachtete, daß die jungen, pelagisch lebenden Wittlinge (Gadus merlangus) lebhaft nach den herabhängenden Genitalkrausen und sogar nach den Tentakeln der Haarqualle, deren Nesselzellen ihnen anscheinend nichts anhaben können, stoßen; bei der Magenuntersuchung der Fische zeigte sich, daß die Verdauungsorgane mit Ovar- und Tentakelfetzen prall gefüllt waren; die Hyperien im Quallenschirm schienen die kleinen Fische überhaupt nicht beachtet zu haben. Auch verschmähten junge Wittlinge jedes andere Futter und gingen zugrunde, wenn ihnen noch so reichlich frisches Plankton gegeben wurde. Offenbar sind sie völlig an ihr Parasitendasein bei den Quallen angepaßt. Vor den Nesselzellen scheinen sie sich zu schützen, indem sie der Berührung sehr gewandt ausweichen. — Nach Semons Beobachtungen bei Amboina versuchten junge Caranx ihre Rhizostomiden durch Stöße gegen den Schirm in einer bestimmten Richtung weiterzutreiben.

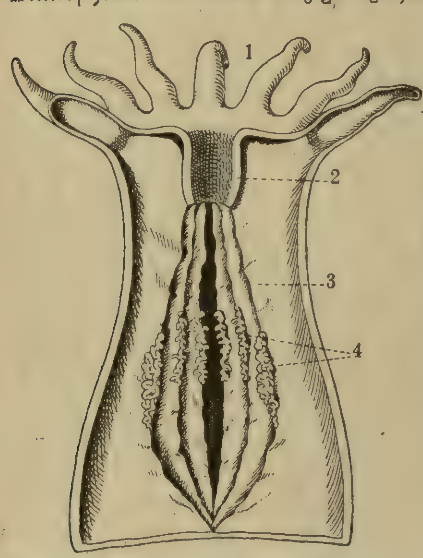
Zu den Rhizostomiden gehören auch die eßbaren Quallen der Japaner und Chinesen. Von der am häufigsten genossenen Rhopilema esculenta *Kishinouye* wird in China das ganze Tier, in Japan meist nur der Schirm, der über 45 cm breit wird, in einer Mischung von Alaun und Kochsalz oder zwischen den gedünsteten Blättern der Kashiwa, einer Art Eiche, unter leichtem Druck „eingemacht“. Um sie zu servieren, werden die Quallen über eine halbe Stunde in Wasser eingeweicht und gut gewaschen, dann in kleine Stücke zerschnitten

und mit Gewürzen angerichtet. „So zubereitet, ist sie leicht kaubar und gibt ein angenehmes Gericht" (Kishinouye). Sie findet aber auch als Fischköder Verwendung, unter anderem für Seebrassenarten (Pagrus), die die Medusenschwärme regelmäßig begleiten.

Dritte Klasse:

Blumentiere (Anthozoa).

In den Anthozoen stellen sich wieder Hohltiere in Polypenform vor. Wie bei einer Hydra ist der Körper ein Schlauch aus Ektoderm und Entoderm, mit Fußplatte, tentakeltragender Mundscheibe und einem einzigen Hohlraum im Inneren, der sich in die Tentakel hinein fortsetzt. An Stelle der strukturlosen Stützlamelle aber schiebt sich zwischen die beiden primären Körperschichten ein mittleres Keimblatt, ein Mesoderm: während der Entwickelung wandern Ektodermzellen in die Tiefe und bilden ein festes, von spindel- und sternförmigen Zellen durchsetztes Bindegewebe aus, das meistens auch Skelettkörperchen führt. Der wichtigste Fortschritt beim Anthozoenpolypen aber liegt in der Ausgestaltung des Gastralraumes. Der Mund führt nicht mehr direkt in ihn hinein, sondern zunächst in ein ektodermales Schlundrohr, an dessen Grund sich eine Schlundpforte in den Magen öffnet. Und dann ragen in den Magenraum Scheidewände (Septen) vor und schließen Nischen zwischen sich ein, ähnlich den vier Entodermfalten der Scyphopolypen. Bei den Anthozoen treten entweder acht solcher Septen auf (Octanthidae) oder ihre Anzahl ist ein Vielfaches von sechs (Hexanthidae). Ursprünglich reichen sie alle bis an das Schlundrohr, so daß seitlich von diesem eine Reihe von Taschen entstehen, deren Hohlräume sich in die der Tentakel hinein fortsetzen. Ein Querschnitt in der Höhe des Schlundrohres zeigt diese „Gastraltaschen" als rings umschlossene Räume, während die „Gastralrinnen" darunter sich in den großen Magenraum öffnen (Abb., S. 140).



Anthozoenpolyp, schematisch. Nach Chun. 1 Fangarme, 2 Schlundrohr, 3 Darmscheidewände (Septen), 4 Mesenterialfilamente.

Die Septen werden zur Erfüllung der verschiedensten Aufgaben herangezogen und dementsprechend ausgestaltet. Der größte Teil ihres freien Randes wird gefältelt, gekraust und aufgewulstet zu den an Drüsen und Nesselzellen reichen Mesenterialfilamenten. Sie legen sich den eingebrachten Nahrungsbrocken dicht an, dringen in ihre Spalten ein und zerlegen sie in Teilchen, die durch zahlreiche Freßzellen (Phagocyten) in den Filamenten und im ganzen übrigen Entoderm aufgenommen werden können. Verdauende Fermente werden, wenigstens bei den Aktinien, bei Berührung der Filamente mit der Nahrung abgesondert. Das Umfassen der Nahrung wird den Septenrändern ermöglicht durch die reiche entodermale Muskulatur, die in verschiedene Fasersysteme gegliedert ist. Besonders kräftig sind Längsmuskelzüge, „Muskelfahnen", die jedem Septum als ein dicker Wulst auf nur einer Seite aufgelagert sind. Schließlich entwickeln sich noch die bandförmigen

Geschlechtsorgane in den Septen. Sie entstammen indifferentem Zellmaterial und wandern wie bei den Scyphomedusen ins Entoderm. Die Eier der fast immer getrenntgeschlechtlichen Blumenpolypen werden im Gastralraum der Mutter befruchtet und machen hier ihre erste Entwickelung durch. Die Jungen schwärmen als Wimperlarven aus und treiben sich dann meist nur kurze Zeit herum, bis sie sich festsetzen. Sie sind in der Regel das einzige Stadium, in dem sich ein Blumentier im Wasser frei bewegt. Selten sind dabei schon Mundrohr und Tentakel oder sogar die Septen angelegt.

Auch die Fähigkeit, sich durch Sprossung oder Teilung ungeschlechtlich zu vermehren, ist in der Klasse allgemein vorhanden. Wie bei den Hydrozoen bleiben die so entstandenen Jungen meist mit den Alten in Verbindung. Dadurch können riesige Kolonien entstehen, bei denen meist alle Polypen gleichgestaltet bleiben. Jeder für sich ist befähigt, Futter aufzunehmen, wenn es auch infolge Verbindung der einzelnen Gastralräume untereinander dem Nachbar zugute kommen kann, und jeder kann Geschlechtsprodukte bilden; gewöhnlich sind in einer Kolonie die getrennt geschlechtlichen Polypen beider Geschlechter vereint.

Wie viele seßhafte Tiere besitzen die meisten Anthozoen ein Stützskelett. Bei manchen scheidet das Ektoderm nur eine hornige, peridermartige Hülle, ähnlich der der Hydroidpolypen, aus, viel häufiger aber ein aus Hornmasse oder aus kohlensaurem Kalk bestehendes Skelett von großer Festigkeit. In diesem Falle wandern bei den einen skelettbildende Ektodermzellen ins Mesoderm und lassen da allerhand sonderbar gestaltete Kalkgebilde, Spicula, in sich entstehen, die für sich bleiben oder nachträglich miteinander verkittet werden. Bei anderen aber, wie den Riffkorallen, wird die Skelettmasse von den Ektodermzellen der Fußplatte in einer zusammenhängenden Lage nach außen abgeschieden und wächst dann von unten her in den Polypenkörper hinein, indem er die Körperwand vor sich herstülpt; scheinbar entsteht dadurch ein inneres Skelett.

Wie in den Grundlinien des Körperbaues, so gleichen die Anthozoen auch im Verhalten gegenüber der Umwelt im wesentlichen einer Hydra, wenigstens die einzeln lebenden Seerosen und Seenelken, die leicht zu züchten und deshalb am meisten daraufhin untersucht sind. Ihr Nervensystem ist dem der Hydroidpolypen ganz ähnlich: ein diffuses Netz, das im Ektoderm am dichtesten wird; die Reize werden von Sinneszellen aufgenommen. Auf diese wirken in erster Linie wieder die von der Beute ausgehenden kombinierten chemischen und mechanischen Reize, die geregelt ineinandergreifende Fang- und Aufnahmereflexe der Tentakel, des Mundes und Schlundes, auch des ganzen Körpers auslösen. Innere physiologische Zustände, wie „Ermüdung" und „Sättigung", verlangsamen diese Reaktionen oder heben sie auf. Der einzige Fluchtreflex, der bei störenden und schädlichen Einwirkungen auftritt, ist der von Hydra: der ganze Körper samt den Tentakeln vermag sich — von Ausnahmen abgesehen — dank seiner kräftigen ektodermalen Muskulatur energisch zusammenzuziehen, in das schützende Skelett hinein oder bei den skelettlosen Actinien zu einem formlosen Klumpen.

Erste Unterklasse:
Achtstrahlige Polypen (Octanthida).

Das wichtigste Kennzeichen der Gruppe ist im Namen angedeutet: acht Scheidewände ragen in gleichen Abständen in den Magenraum vor und bilden oben, seitlich vom Schlundrohr, acht Taschen, die sich in die acht hohlen, zierlich gefiederten Tentakel hinein fortsetzen. Diese umgeben den Mund immer nur in einer einzigen Reihe, wie beim Süßwasserpolypen.

Auch sonst erinnert der in der Regel nur wenige Millimeter große, zarte Polyp äußerlich sehr an einen Hydrozoenpolypen, namentlich bei den allereinfachsten Formen, die noch einzeln auftreten können und bei denen ein Skelett ganz fehlt oder nur peridermartig entwickelt ist. Es sind kleine, wenig auffällige Geschöpfe, die fast nur der Spezialforscher kennt. An sie schließen sich Familien, bei deren Vertretern im Mesoderm verschiedenartigste Kalkspicula vorhanden sind. Dann ändert sich auch der Bau der Polypen. Der ursprünglich runde Mund erscheint als länglicher Spalt und dementsprechend das ganze Schlundrohr seitlich zusammengedrückt. In einem der beiden Winkel dieses Rohres, in der „Schlundrinne“, treten an Stelle der allgemeinen zarten Bewimperung besonders kräftige Wimpern auf; sie peitschen einen Wasserstrom in den Gastralraum hinein. Auf der entgegengesetzten Seite sind zwei Septen von oben bis unten mit lebhaft tätigem Wimperepithel überzogen, das den Strom in der zweiten Rinne des Schlundes wieder heraustreibt. Solange der Polyp entfaltet ist, durchzieht ihn ständig dieser Strom, der Sauerstoff für die Durchatmung der Gewebe bringt, aber auch Nahrungsteilchen mitführen kann und Unbrauchbares wieder fortschafft. Durch diese Form des Schlundes sind neben der achtstrahligen Symmetrie der Polypen Züge einer zweiseitigen entwickelt· in der Ebene der größten Ausdehnung des Schlundes läßt sich der Körper in zwei spiegelbildlich gleiche Hälften teilen. Die Seite der Schlundrinne heißt dabei herkömmlich die „Bauch- (Ventral-) Seite“, die entgegengesetzte die „Rücken- (Dorsal-) Seite“. Die Septen sind ebenfalls zweiseitig symmetrisch angeordnet: die Muskelfahnen liegen nur auf den Ventralseiten; sie bilden daher zwei Gruppen, vier rechte und vier linke Septen. Die beiden am weitesten rückwärts gelegenen, an denen der Wasserstrom entlang nach außen zieht, bleiben steril, während in den übrigen Geschlechtsprodukte gebildet werden.

Auch der Zusammenschluß der Polypen zu Kolonien wird immer komplizierter und enger Im einfachsten Falle sind sie nur durch „Wurzelröhren“, Fortsetzungen der Gastralräume verbunden, wie viele Hydroidpolypen. Dann entsteht in diesen einfachen Verbindungskanälen ein Netzwerk entodermaler Röhren, zwischen die sich Mesoderm einlagert, und aus dem Wurzelwerk wird eine geschlossene Platte, die sich der Unterlage anschmiegt. Je mehr Polypen sich auf diesem „Cönenchym“ oder „Cönosark“ entfalten können, um so ergiebiger wird die Nahrungsversorgung für den ganzen Stock ausfallen. Und Raum wird für möglichst viele Polypen gewonnen, wenn das Cönenchym nicht flache Kruste bleibt, sondern sich über den Boden erhebt, so daß die Polypen allseitig daran hervorknospen können. So läßt sich die mächtige Entwickelung des gemeinsamen Trägers aller Tiere bei den Alcyonaceen erklären, die zu großen kugelförmigen, gelappten oder baumartigen Gebilden führte. Von den ältesten Polypen an der Spitze dieser Stöcke gehen noch Kanäle durch den ganzen Stock bis zur Basis; die jüngeren sprossen aus den älteren hervor, ihre Kanäle gehen daher nur bis in die der älteren. Das Kanalnetz wird durch den Schlag der Wimpern seines entodermalen Zellbelags ständig durchspült und erhält Nahrungsteilchen zugeführt.

Erste Ordnung:

Alcyonaceen (Alcyonacea).

In Seewasseraquarien mit Nordseetieren werden manchem bleichgelbe oder orangefarbene, plumpe, gelappte, bisweilen fast handförmige Klumpen begegnet sein. Oft liegen sie ganz unscheinbar im Sand, lederig und verschrumpft, mit unzähligen Warzen auf der Oberfläche. Ein paar Stunden darauf sind sie um ein Mehrfaches ihres früheren Umfanges

aufgedunsen, zart durchscheinend gelblich, und an Stelle der Höcker strecken die zierlichsten kleinen (bis 9 mm hohen) Polypen ihre feinen Federkronen hervor. Es ist die „Tote-Mannshand" der Nordseefischer, Alcyonium digitatum *L.;* dieselbe Bezeichnung führt die Art und ihre Verwandten in fast allen Sprachen, die einen Namen dafür haben. Im Mittelmeer vertritt sie das gemeine fleischrote A. palmatum *Pall.* mit einem am Grunde helleren Stamm und davon abgehenden Hauptästen, die das Ganze mehr baumförmig aussehen lassen. Auch seine Kolonien erscheinen bald klein, verhutzelt und schmutzig dunkelrötlich, bald entfaltet es sich daraus zu ungeahnter Pracht: durch reichliche Wasseraufnahme ins Cönenchym schwillt der Stock zu mehr als dreifacher Ausdehnung, gelegentlich zu über ½ m Höhe, und wird fast durchsichtig, so daß man tief ins Innere der Kolonie hineinsehen kann. Die weißlichen Polypen überziehen den Busch wie ein Blütenschleier. Kükenthal sah bei dem nahe verwandten A. adriaticum *Kükth.* aus der Adria ganz regelmäßig zweimal täglich, am Morgen und am Nachmittag, die Kolonien schwellen und die Polypen sich ausstrecken. Dieser tägliche Rhythmus, der in ähnlicher Form auch beim „Aufblühen" anderer Cölenteraten eintritt, dürfte in Zusammenhang mit Ebbe und Flut stehen. Offenbar werden durch die erhöhte Wasserzufuhr alle Gewebe ausgiebig mit Sauerstoff versorgt; denn als er die Kolonien in sauerstoffarmes Wasser setzte, schwollen sie mehr und mehr an, nach 24 Stunden bis zu dreifacher Größe; die Polypen dehnten sich aufs äußerste und wurden ganz durchsichtig. Solange die Alcyonium-Polypen ausgestreckt sind, fangen sie mit Hilfe ihrer Tentakel Nahrung, kleine Planktontiere, vor allem winzige Krebschen und deren Larven. Diese werden durch die Nesselkapseln gelähmt und können die ausgestreckten Fangarme dann zu Hunderten bedecken, wie E. Pratt bei gut gefütterten A. digitatum sah. Gelegentlich wird ein beladener Tentakel in den Mund hineingebogen und „abgelutscht". Gewöhnlich aber zieht sich der Polyp langsam in sich selbst zurück, wenn er genug gefangen hat; er verdaut auf seinen Septen, die bei vollausgestreckten Polypen als dunkle Längslinien durchschimmern. Bei ihrer Nahrungsaufnahme vermögen die Tiere eine gewisse Auswahl zu treffen. Verschiedene Fischeier vermochten die Aufnahmereflexe nicht auszulösen, sondern wurden immer wieder fallen gelassen.

Reizen gegenüber bleibt jeder Polyp einer Alcyonium-Kolonie für sich allein empfänglich; ein „koloniales" Nervensystem ist, nach Kassianows Untersuchungen, nicht vorhanden oder höchstens ganz gering entwickelt. Reagiert scheinbar die Kolonie auf einen Stoß, indem alle Polypen sich einziehen, so rührt dies einfach daher, daß sich alle in gleicher Weise „unangenehm berührt" fühlen. Reizte dagegen Kassianow einen einzelnen Polypen kräftig, ohne daß er andere berührte, so antwortete nur der eine; mit einem Pinsel konnte er auf einem beliebig großen Fleck des Stockes alle getroffenen Polypen zur Kontraktion bringen, während die anderen ruhig stehenblieben.

Als Skelett führen die Alcyonium-Arten nur Kalkspicula, winzige, bald schlanke, bald gedrungene Stäbchen mit höckerigen Wärzchen. Sie festigen das Cönenchym, die Wände, die Tentakel und selbst noch die Fiederblättchen an den Tentakeln der Einzelpolypen. — Die Kolonien von Alcyonium sind nach Geschlechtern getrennt; die Eier werden ausgestoßen und im Wasser befruchtet.

Bei den Orgelkorallen (Tubiporiden), deren blutrote Skelette keiner Korallensammlung fehlen — am häufigsten ist gewöhnlich Tubipora hemprichi *Ehrbg.* aus dem Roten Meer vertreten —, haben sich die Kalkspicula der Polypen zu soliden Wänden vereinigt.

In den vom Weichkörper freien, oft über kopfgroßen „Korallen" sieht man zahlreiche Röhren, nach oben leicht auseinandergehend, von einer gemeinsamen Kalkplatte wie Orgelpfeifen aufsteigen (s. die Abb.). Durch „Plattformen", die sich in gewissen Abständen folgen, sind die Röhren noch mehrmals miteinander verbunden; zwischen ältere, die von ganz unten heraufkommen, drängen sich in höherer Lage junge, die erst von den Plattformen entspringen. Jede Röhre ist mitten im mesodermalen Bindegewebe eines Polypen gebildet worden; dieses füllt kleine Lücken in den Kalkwänden der Röhren aus und enthält außerhalb und innerhalb davon noch lose Kalkkörperchen. Solche allein stützen das über die Röhre emporragende Köpfchen des Polypen, das sich völlig in seine Kalktube einstülpen kann. Die Plattformen entstehen, indem sich die Seitenwände der Polypen nach einem gewissen Wachstum der Kolonie ausstülpen und vereinigen. Die Ausstülpungen enthalten alle Körperschichten des Polypen; das skelettbildende Mesoderm liefert die kalkige Plattform, in der ein entodermales Gefäßnetz die Magenräume der Tiere verbindet. Nur aus den Plattformen wachsen neue Polypensprossen hervor. Nach unten schließt jeder Polyp seinen Gastralraum von Zeit zu Zeit ab, und auch diese Böden in den Röhren werden durch Skelett verstärkt; alles lebende Gewebe darunter stirbt ab, innerhalb und außerhalb der Röhre. Belebt ist bei einer alten Kolonie im Meer etwa der Bezirk über der obersten Plattform; darunter ist nur totes Gerüst.



Orgelkoralle, Tubipora hemprichi *Ehrbg.* Natürliche Größe. Nach Haeckel.

Orgelkorallen finden sich überall in den Korallriffen, in den Tropen der Alten wie der Neuen Welt, zwischen den sechsstrahligen Steinkorallen. Heute artenarm, hatte die Gruppe namentlich in den ältesten Perioden der Erdgeschichte eine gewaltige Formenfülle entwickelt. Die entfalteten Tubipora-Polypen sind prächtig grün gefärbt; wie frische Moospolster überziehen sie den Boden tieferer Lachen und Tümpel, die die Ebbe zwischen den Korallbänken zurückläßt. Auf die geringste Störung folgt plötzlicher Farbenwechsel: an Stelle des Grün tritt das tiefe Dunkelrot des Skeletts, etwas abgeschwächt durch den grauen Schleier der Weichteile darüber (s. die Tafel „Korallen an der javanischen Küste" bei S. 168).

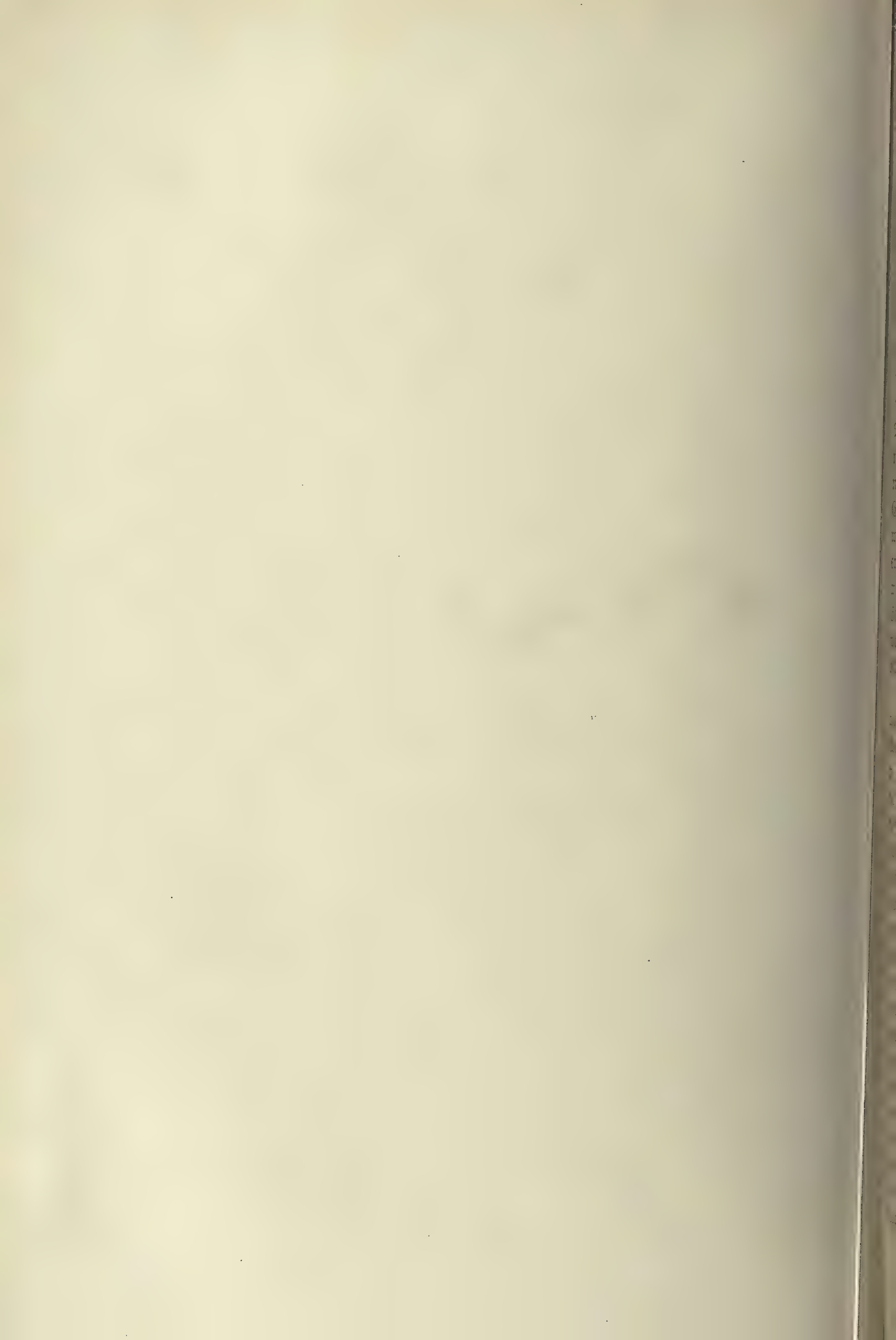
Zweite Ordnung:

Gorgonaceen (Gorgonacea).

Ein festes Achsenskelett, das von der weichen polypentragenden „Rinde" überzogen ist, zeichnet die Ordnung der Gorgonaceen aus. Daß aber darin kein prinzipieller Gegensatz zu den Alcyonaceen besteht, das beweist die Entwickelung dieser Skelettbildung bei der



Edelkoralle.



allerbekanntesten Koralle, der **roten Edelkoralle**, Corallium rubrum *L.* Ihre matt- bis scharlachrot gefärbte Achse, die jeder von den hübschen, daraus gefertigten Schmucksachen kennt, entsteht, indem getrennt angelegte, dornige Kalkspiculae in ganz bestimmter Weise miteinander verschmelzen; nach dem Aufbau der Achse lassen sich unter dem Mikroskop Fälschungen sofort von der echten Koralle unterscheiden. In der weichen Rinde aber liegen dieselben Kalkspiculae wie bei Alcyonium noch lose angehäuft. Sie sind Träger der leuchtend scharlachroten Farbe, die das Cönosark der lebenden Kolonie zeigt (s. die beigeheftete Farbentafel „Edelkoralle"). Ganz reizend heben sich davon die weißen, zierlichen Polypen mit ihren sternförmigen Tentakelkronen ab. Außer diesen Freßpolypen von dem gewöhnlichen Bau, den „Autozoiden", treten „Siphonozoide" auf, kleine, tentakellose Polypen, fast nur noch verschließbare Poren, in denen sich das Gefäßnetz der Rinde nach außen öffnet; sie sollen der Zufuhr und Zirkulation des Wassers innerhalb der Rinde dienen. Aus dem Gefäßnetz, das die Gastralräume der Einzelpolypen verbindet, sprossen die neuen Polypen. Die Ei-Entwickelung hat der französische Zoologe Lacaze-Duthiers schon 1864 an der nordafrikanischen Küste aufs genaueste studiert. Er fand, daß die Stöcke in der Regel nur männliche oder nur weibliche Individuen enthalten, in Ausnahmefällen jedoch auch beide Geschlechter; es können sogar gelegentlich zwitterige Individuen unterlaufen. Die Eier werden, nach v. Koch, im Inneren des mütterlichen Polypen befruchtet und verlassen ihn erst als zartweiße längliche Wimperlarven; selten werden sie schon während der Furchung ausgestoßen. Merkwürdigerweise sind es bei allen anderen Coralliiden, außer der Edelkoralle, so weit bekannt, nicht die normalen Polypen, die Geschlechtsprodukte entwickeln, sondern die Siphonozoide, die bei C. rubrum keine Spur von Ei- oder Samenbildung zeigen (Hickson).

Das klassische Land der Korallenfischerei sind die westlichen Teile des Mittelmeeres, wo die Edelkoralle auf Felsgrund meist zwischen 80 und 200 m, aber auch schon vom seichten Wasser ab und bis in Tiefen von 900 m vorkommt. An der ganzen italienischen Küste und in der Adria befinden sich überall kleinere Edelkorallenbänke. Reichen Ertrag liefern auch die Jonischen Inseln und die Küsten von Algier und Tunis; von dort kommen heute die meisten Korallen in den Handel. Fang- und Verarbeitungsmethode sind immer dieselben geblieben: „Das Gerät für die Korallenfischerei", heißt es im „Aquarium neapolitanum", „besteht aus einem schweren Kreuz von Holzbalken, das mit altem Netzwerk, aufgewickelten Tauenden und ähnlichem behangen ist und an einem starken Seil über den Meeresboden geschleppt wird. Die zackigen Korallenbäumchen verwickeln sich in den Maschen dieses Apparates, werden abgerissen und kommen mit herauf. Um sie zu verarbeiten, bürstet man die Rinde mit den Tieren ab und feilt dann die oberste Schicht des Skelettes weg. Dann werden sie mit Schmirgelleinwand und Öl geschliffen und mit Stahl poliert. Die Perlen werden auf der Drehbank geformt und gebohrt, Figuren mit dem Grabstichel ausgearbeitet. Der Wert der Korallen ist schon bei den rohen Stücken sehr verschieden. Die dickeren Äste sind oft von bohrenden Tieren (Würmern, Schwämmen) durchsetzt und ihr Wert schwankt deswegen zwischen nur 5 und 20 Franken das Kilogramm. Gewöhnliche gute Ware wurde früher mit 40—70 Franken bezahlt, die ausgewählten fleischfarbenen Stücke (Peau d'ange) aber mit 400 und 500 Franken und darüber; indessen schwanken die Preise außerordentlich, je nach der Mode." Die Verarbeitung zu Bijouterien erfolgt großenteils in Italien, in Neapel, Livorno und Genua, aber auch in Marseille und Paris.

Während die rote Edelkoralle nur aus dem Mittelmeer und von den Kapverden im

Atlantischen Ozean bekannt ist, treten andere „Edelkorallen" in Süd- und Ostasien, bei Mauritius, bei Madeira, eine, Pseudocorallium johnstoni *Gray*, auch an der irischen Küste auf. Lohnende Fischerei wird in Japan getrieben, wo das (engl.) Pfund (= 453,5 g) von Pseudocorallium elatius *Ridley* je nach der Güte bis zu 30 Pfund Sterling einträgt.

Die feste Skelettachse der nachfolgenden Familien führt im Gegensatz zu der der Coralliiden Hornsubstanz. Entweder ist die Achse rein hornig oder hornig mit einem Kalkkern; das Horn kann auch mit Kalk imprägniert sein, und schließlich können Hornknoten (Nodien) mit kalkigen Internodien abwechseln. Nach Studer und Schneider wird dieses Skelett von kalkabscheidenden und hornabscheidenden Zellen ausgebildet, deren Produkte miteinander verschmelzen. Zu den „Hornkorallen", deren Hartteile im Gegensatz zu einem starren Kalkskelett immer mehr oder weniger biegsam sind, gehören eine stattliche Reihe oft recht großer Korallen, die ganz wunderbare Verbände ausbilden. Bei dem prächtig gelben oder rötlich-violetten Venusfächer, Gorgonia flabellum *L.*, aus den tropischen Teilen des westlichen Atlantik ist es ein dichtes Netz, in dessen Rinde die unscheinbaren Polypen zerstreut eingesenkt sind. Alle Maschen liegen in einer ebenen Fläche, die als riesiger Fächer im seichten Wasser in die Höhe ragt (bis zu 1 m Höhe und 1,50 m Breite) und graziös den Wellenbewegungen der Oberfläche folgt; „häufig sieht man sie dicht unter der Wasseroberfläche, ja zeitweise daraus hervorragen" (Kükenthal).

Die bekanntesten europäischen Formen sind die Eunicella-Arten aus dem Mittelmeer und Atlantischen Ozean; neuerdings ist die Gattung auch bei Japan gefunden worden. Eunicella (Gorgonia) verrucosa *Pall.*, die milchweiße Hornkoralle des Mittelmeeres, die aber auch im Englischen Kanal und an der Westküste von Schottland in 40—50 m Tiefe auftritt, bildet eine charakteristische, bis 50 cm hohe Staude aus warzigen Ästen, die in ungefähr einer Ebene von einem Stamme ausgehen. Häufig erscheint die Art orange- bis mennigrot; nach Studer ist dies normal, während bei den weißen Kolonien der Farbstoff durch parasitische Algen zerstört ist. Der Stamm sitzt mit verbreiterter rundlicher Endplatte auf Steinen, mit Vorliebe in Grotten und an Felswänden. Die Polypen sind in der Ebene der Kolonie an den Ästen in zwei ziemlich dichten Reihen angeordnet, die einander gegenüberliegen. In der Regel entfalten sich nicht alle auf einmal. Im Aquarium, worin sich diese Korallen sehr gut halten lassen, zeigt eine Eunicella-Kolonie ihre Polypen gewöhnlich in allen Stufen der Ausdehnung: völlig in die Rinde eingesenkte, halb geöffnete und voll aufgeblühte Tiere. Auch sonst sind sie ziemlich unabhängig voneinander und weniger empfindlich. Auf Berührung antwortet zunächst bloß der gereizte Tentakel, dann erst der ganze Polyp durch Zusammenziehen. Nur bei einem sehr kräftigen Reiz vermag sich die Wirkung fortzupflanzen und auch die Nachbarpolypen zu veranlassen, sich zurückzuziehen (Kükenthal). Was die Polypen eigentlich fressen, ist unbekannt; beim Fang von Beute hat man sie nie beobachtet und in ihren Gastralhöhlen wurden nie Nahrungskörper gesehen. v. Koch vermutet, daß sie schon größtenteils zersetzte, organische Partikelchen aus dem Wasser aufnehmen, falls sie in der Gefangenschaft nicht überhaupt hungern, doch spricht dagegen, daß sich die Kolonien bei Verletzungen sehr lebenskräftig erweisen und leicht regenerieren. Kükenthal hatte eine Astspitze abgeschnitten: in 22 Tagen waren 6 cm nachgewachsen; ein andermal wurden 11 mm Rinde bis auf die Achse völlig abgelöst, und die Wunde war in derselben Zeit bis auf 5 mm zugewachsen. — Wie bei Alcyonium kann der Polyp durch Wasseraufnahme stark schwellen; er wird dann durchsichtig und läßt in den

Entodermzellen bräunliche parasitische Algen erkennen. Das Cönenchym der Rinde aber, das durch eine äußere Lage zahlreicher keulenförmiger Einzelspicula wohlgefestigt ist, vergrößert sich hier nicht merklich. Häufig siedeln sich auf der Hornkoralle Schwämme oder



Hornkoralle, Eunicella verrucosa *Pall.* Ein Teil der Polypen geöffnet; an den Ästen das Ei eines Hundshaies. Nat. Gr.

andere Korallen an; Schlangensterne wickeln ihre gelenkigen Arme in das Astwerk und gelegentlich klettern Krebse (meist aus der Gattung Pisa) darin herum; die Kolonie unserer Abbildung hat ein Hundshai mit einem Ei bedacht.

Zur selben Familie zählt die echte schwarze Koralle, Euplexaura antipathes *L.*, deren schwarze Achse im Orient zu Rosenkränzen, Pfeifenköpfen und Bijouterien, auch zu Amuletten verarbeitet wird. Sie wird im Indischen Ozean und im Roten Meer gefischt.

Abwechselnde Horn- und Kalkglieder in der Skelettachse kennzeichnen die Isiden. Bei der 20 cm bis 1 m hohen weißen Koralle des Mittelmeeres, Isidella elongata *Esp.*, schimmern die dunklen Hornglieder durch die rein weiße Rinde der Koralle. Sie ist ein sparsam verzweigtes schlankes Bäumchen, auf dem die Polypen mit dem rötlich durchschimmernden Schlund und dem lebhaft gelbroten Mundsaum einen zarten Kontrast zur Rinde abgeben. Wie bei Eunicella stehen die Polypen in zwei Reihen an den Ästen. Verschwinden können sie nicht; dazu ist die weiche Rinde des Stammes zu dünn. Auch die immer steif ausgestreckten, deutlich gefiederten acht Arme können sie nicht einziehen, sondern höchstens über den Mund zusammenlegen; dann bilden kleine, spitze Kalkspicula an der Außenseite der Arme die einzige Schutzwehr. Im Gegensatz zu den meisten Verwandten sitzt Isidella nicht auf festem Grund, sondern steckt in weichem Sand. Lappige horizontale Ausläufer verankern an Stelle einer Fußplatte den Stamm und lassen ihn aufrecht stehen. Bei Exemplaren von 30—50 cm Höhe überziehen diese Wurzeln eine Bodenfläche von 30 cm im Durchmesser.

Dritte Ordnung:
Seefedern (Pennatulacea).

Die Angehörigen der dritten Octanthidenordnung, die Seefedern (Pennatulacea), sind niemals auf einer Unterlage festgeheftet, sondern stecken mit einem polypenfreien Stiel lose im Schlamm oder Sand des Meeresbodens, während der Polypen und Siphonozoide tragende Teil ins Wasser ragt. Alle Personen der Kolonie sind an den Seitenwänden eines großen primären Hauptpolypen hervorgesproßt, der sich enorm in die Länge gezogen und stark umgebildet hat; sein Gastralraum ist durch Scheidewände in zwei oder vier Längskanäle zerteilt worden, in deren Mitte eine hornige oder verkalkte Achse als Stütze für das Ganze auftritt. Ein Netz von Ernährungskanälen in den Wänden des polypentragenden Teiles verbindet die zahlreichen sekundären Polypen untereinander. Diese ragen entweder direkt an allen Seiten aus dem Stamm heraus, oder sie sitzen auf Wülsten und Blättern, die in zwei Reihen angeordnet sind, wie die Fiederchen am Kiel einer Feder. Spicula sind überall vorhanden; ihre Form und Anordnung charakterisiert die einzelnen Arten. Eine „koloniale" Muskulatur, die die Kanäle im Stiel begleitet, ermöglicht es bei vielen Arten den Kolonien, sich als ein Ganzes zusammenzuziehen oder auszudehnen.

Der Fall, daß die Polypen einfach allseitig aus den Wänden des Hauptpolypen herausgebrochen sind, findet sich bei Veretillum *Cuv.* und verwandten Gattungen. Im Mittelmeer, im Golf von Biskaya und an der westafrikanischen Küste lebt Veretillum cynomorium *Pall.* (Abb., S. 137) in Tiefen zwischen 30 und 220 m auf schlammigem Meeresboden. Die zusammengezogenen Kolonien, wenige Zentimeter hohe, runzelige, schmutziggelbe Stäbchen, stecken im Grunde; die feste Skelettachse darin ist nur 1½—2 cm groß. Dies unscheinbare Ding vermag sich geradezu zauberhaft zu verwandeln: durch Wasseraufnahme in das reiche Gefäßnetz erhebt sich eine durchscheinende, zart orangegelbe Säule mit wundervollen, kristallklaren Blütenkelchen. Die Polypen dehnen sich dabei bis zu 7½ cm Länge aus; die ganze Oberfläche einer Kolonie vergrößerte sich, nach Bohn, um etwa das 60fache, die Höhe von 3 auf 27 cm, bei einem Exemplare Bujors von 5 auf 47 cm. Zur vollen Entfaltung schreitet Veretillum vorwiegend nachts. Dann tritt zu allen Reizen der prachtvollen Geschöpfe noch einer mehr: sie leuchten! Verursacht ist das Phänomen wahrscheinlich durch chemische Umsetzungen an Fetttröpfchen, die sich in allen Zellen des Körpers finden. Die

großen Polypen sind in ziemlich großen Zwischenräumen regellos über den Kiel verteilt. Zwischen ihnen stehen in undeutlichen Längsreihen unzählige Siphonozoide, die kleinsten mit bloßem Auge eben noch sichtbar. Sie sind steril, während alle großen Polypen eines Stockes entweder Eier oder Samen in den sechs ventralen Septen reifen lassen. Die Eier werden, nach Balß, frühmorgens durch die Mundöffnung ausgestoßen.

Im Gegensatz zu Alcyonium besitzt Veretillum, nach Niedermeyer, auch im Stamm Nervenzellen. Reizen gegenüber benehmen sich die entfalteten Polypen auffallend verschieden. Einmal ist die ganze Kolonie absolut unempfindlich gegen Berührung. Ein paar Stunden später verhalten sich die Tiere ganz anders, obwohl sie noch genau so aussehen wie vorher und die Umgebung unverändert geblieben ist: berührt man jetzt einen Polypententakel, dann biegt sich nicht nur dieser Tentakel ein, sondern auch die benachbarten, und der ganze Polyp schließt sich mehr und mehr; reizt man einen Polypen, so schließt sich nicht er allein, sondern dieselbe Reaktion erfolgt auch bei den nächsten über eine größere oder geringere Strecke der Kolonie hin (Bohn).



Veretillum cynomorium *Pall.* mit ausgestreckten Polypen. Etwas verkleinert. Nach W. Kükenthal („Wissensch. Ergebn. der Deutschen Tiefsee-Expedition auf dem Dampfer ‚Valdivia'", Bd. XIII, Jena 1911). (Zu S. 136.)

An Lilien auf schwankenden Stielen erinnern die großen Umbellula-Arten, Bewohner der Tiefsee. Die Polypen — im Durchschnitt 5 bis 6 cm lang — sitzen in einem Bukett zusammen auf einem Stiel, der über 2 m Länge erreichen kann. Eine lange, dünne Gerte, ist er durch eine am Gipfel sehr biegsame Kalkachse gestützt, und ein bis zu 3 cm breiter aufgeblähter Fußteil verankert ihn im Schlamm. Zwischen den Polypen oben, aber auch am Stiel sitzen reichlich Siphonozoide in zwei Formen: tentakellose und solche mit einem einzigen Tentakel. Die großen Polypen, die scheinbar einen ganz regellosen Schopf bilden, erweisen sich in zwei Reihen symmetrisch angeordnet, wenn man ihre Ansatzstellen genauer untersucht. Die Tiere sind kosmopolitisch und leben in Tiefen von etwa 200 bis gegen 4500 m. Am längsten (seit 1752) ist Umbellula encrinus *L.* (Abb., S. 139) bekannt; sie kommt in den großen Tiefen des ganzen Atlantischen Ozeans von der Arktis bis zur Antarktis vor. Bei dem größten der von der Norske Nordhavs Expedition erbeuteten Exemplare betrug die Höhe 2,30 m, und die größten Polypen maßen einschließlich der Tentakel 12,5 cm.

Wie Pennatulaceen ihren Stiel in den Grund hineintreiben, das beobachtete Gravier bei Scytaliopsis djiboutiensis *Gravier* an der Somaliküste in Djibuti. Legte er eine der stabförmigen Kolonien im Aquarium horizontal auf den Sand, so bog sich das freie Ende

Abwechselnde Horn- und Kalkglieder der Skelettach der 20 cm bis 1 m hohen weißen Ko lle des Mittel schimmern die dunklen Hornglieder durch ie rein weiße sparsam verzweigtes schlankes Bäumchen auf dem die Po schimmernden Schlund und dem lebhaft lbroten Mundsau Rinde abgeben. Wie bei Eunicella stehen e Polypen in zwei schwinden können sie nicht; dazu ist die eiche Rinde des St immer steif ausgestreckten, deutlich gefiede en acht Arme können höchstens über den Mund zusammenlegen; nn bilden kleine, spitz seite der Arme die einzige Schutzwehr. In genſatz zu den meiste nicht auf festem Grund, sondern steckt in w chem Sand. Lappige h ankern an Stelle einer Fußplatte den Sta n und lassen ihn aufrecht von 30—50 cm Höhe überziehen diese Wu eln eine Bodenfläche von

Dritt Ordnung:

Seefedern Pennatulacea).

Die Angehörigen der dritten Octa hidenordnung, die Seefede sind niemals auf einer Unterlage festgeh et, sondern stecken mit einem lose im Schlamm oder Sand des Meere odens, während der Polypen tragende Teil ins Wasser ragt. Alle Per nen der Kolonie sind an den S großen primären Hauptpolypen hervor proßt, der sich enorm in die Lä stark umgebildet hat; sein Gastralraum t durch Scheidewände in zwei o kanäle zerteilt worden, in deren Mitte e e hornige oder verkalkte Achse als Ganze auftritt. Ein Netz von Ernährun kanälen in den Wänden des po Teiles verbindet die zahlreichen sekundär Polypen untereinander. Diese r direkt an allen Seiten aus dem Stamm eraus, oder sie sitzen auf Wülsten die in zwei Reihen angeordnet sind, wi ie Fiederchen am Kiel einer Feder. überall vorhanden; ihre Form und A rdnung charakterisiert die einzelnen „koloniale" Muskulatur, die die Kanäle m Stiel begleitet, ermöglicht es bei v den Kolonien, sich als ein Ganzes zus mmenzuziehen oder auszudehnen.

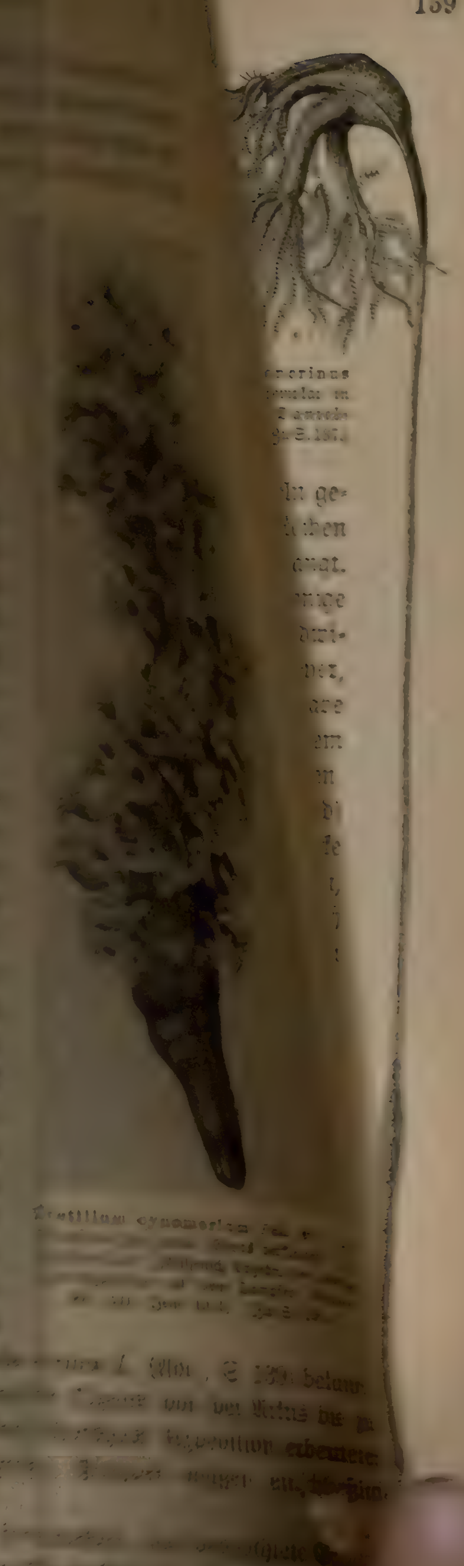
Der Fall, daß die Polypen einfa allseitig aus den Wänden des Hauptpo ausgebrochen sind, findet sich bei Vereti m *Cuv.* und verwandten Gattungen. I meer, im Golf von Biskaya und an der estafrikanischen Küste lebt Veretillum cyn *Pall.* (Abb., S. 137) in Tiefen zwischen 0 und 220 m auf schlammigem Meeresbode zusammengezogenen Kolonien, wenige entimeter hohe, runzelige, schmutziggelbe S stecken im Grunde; die feste Skelettach darin ist nur 1½—2 cm groß. Dies unsch Ding vermag sich geradezu zauberhaft verwandeln: durch Wasseraufnahme in das Gefäßnetz erhebt sich eine durchscheinend, zart orangegelbe Säule mit wundervollen, kl klaren Blütenkelchen. Die Polypen d nen sich dabei bis zu 7½ cm Länge aus; die g Oberfläche einer Kolonie vergrößerte h, nach Bohn, um etwa das 60fache, die Höhe 3 auf 27 cm, bei einem Exemplare Sujors von 5 auf 47 cm. Zur vollen Entfalt schreitet Veretillum vorwiegend nacht Dann tritt zu allen Reizen der prachtvollen G schöpfe noch einer mehr: sie leuchten! Verursacht ist das Phänomen wahrscheinlich durch chemische Umsetzungen an Fetttröpfch, die sich in allen Zellen des Körpers finden. D

großen Polypen sind in ziemlich gr...
Zwischen ihnen stehen in undeutlicher ...
mit bloßem Auge eben noch sichtbar. ...
Stockes entweder Eier oder Samen in der ...
werden, nach Balß, frühmorgens durch ...
öffnung ausgestoßen.

Im Gegensatz zu Alcyonium besitzt Ver...
nach Niedermeyer, auch im Stamm Nerven...
Reizen gegenüber benehmen sich die ein...
Polypen auffallend verschieden. Einmal ist ...
ganze Kolonie absolut unempfindlich gegen ...
rührung. Ein paar Stunden später verhalten sich ...
Tiere ganz anders, obwohl sie noch genau so aussehen
wie vorher und die Umgebung unverändert geblieben
ist: berührt man jetzt einen Polypententakel, dann
biegt sich nicht nur dieser Tentakel ein, sondern auch
die benachbarten, und der ganze Polyp schließt sich
mehr und mehr; reizt man einen Polypen, so schließt
sich nicht er allein, sondern dieselbe Reaktion er-
folgt auch bei den nächsten über eine größere oder
geringere Strecke der Kolonie hin (Bohn).

An Lilien auf schwankenden Stielen erin-
nern die großen Umbellula-Arten, Bewohner der
Tiefsee. Die Polypen — im Durchschnitt 5 bis
6 cm lang — sitzen in einem Bukett zusammen an
einem Stiel, der über 2 m Länge erreichen kann.
Eine lange, dünne Gerte, ist er durch eine am Gip-
fel sehr biegsame Kalkachse gestützt, und ein bis zu
3 cm breiter aufgeblähter Fußteil verankert ihn im
Schlamm. Zwischen den Polypen oben, aber auch
am Stiel sitzen reichlich Siphonozoide in zwei For-
men: tentakellose und solche mit einem einzigen
Tentakel. Die großen Polypen, die scheinbar einen
ganz regellosen Schopf bilden, erweisen sich in zwei
Reihen symmetrisch angeordnet, wenn man ihre An-
satzstellen genauer untersucht. Die Tiere sind kos-
mopolitisch und leben in Tiefen von etwa 200 bis
gegen 4500 m. Am längsten (seit 1752) ist Um... L. (Abb. S. 139) bekannt;
sie kommt in den großen Tiefen des ganzen ... von der Arktis bis zur
Antarktis vor. Bei dem größten der von der ... Expedition erbeuteten
Exemplare betrug die Höhe 2,30 m, und die ...
der Tentakel 12,5 cm.

Wie Pennatulaceen ihren Stiel in den Grund ...
bei Scytaliopsis djiboutiensis *Gravier* an der Som...
stabförmigen Kolonien im Aquarium horizontal ...



...crinus ...

...tillum cynomorium ...

des Stieles um, wie die geotropische Wurzel einer Pflanze. Dabei wird die in der Kolonie zirkulierende Flüssigkeit mit Hilfe der Muskulatur in den Stiel gepreßt, so daß er dick und steif wird und eine Grube in den Sand eindrückt. In diese senkt sich der wieder erschlaffte Stiel ein, dann beginnt er von neuem zu schwellen und so geht das Spiel weiter, bis der Bereich der harten Achse in das Loch gerät; diese richtet sich in dem Maße, als der Stiel einsinkt, mehr und mehr auf, und mit ihr die ganze polypentragende Gerte.

Eine richtige Feder ist die bekannteste Form, die Seefeder, Pennatula phosphorea *L.* (s. Tafel „Hohltiere I", 4, bei S. 87), die in allen europäischen Meeren, im Indischen Ozean, bei Japan und in der Antarktis in verschiedenen Varietäten vorkommt. Von einem Kiel entspringen dicht hintereinander zahlreiche lange, schmale Blätter wie die Äste einer Feder. Alle Blätter tragen an den Rändern auf der einen Seite der Feder (der Ventralseite) bis zu 20 Polypen in einer Reihe. Zahllose Siphonozoide stehen zwischen den Blättern und bedecken die Dorsalseite des Kieles bis auf einen Streifen in der Mitte. Die Polypen sind rein weiß; zarte, hell- oder dunkelrote Farben an Stiel, Kiel und Blättern sind hauptsächlich an die zahlreichen Spicula gebunden, die der Wandung der Kolonie anliegen. Wenn sich das Tier voll Wasser gepumpt hat, steckt es mehr oder weniger aufgerichtet im Boden; entleert liegt es mit schlaffen Blättern flach auf dem Sand. Mit Hilfe des schwellbaren Stieles vermögen die Kolonien ganz langsam zu wandern.



Pteroides griseum *Bohadsch.* Nach W. Kükenthal („Aus der Natur", Bd. 5, 1909). (Zu S. 139.)

Ihren schönsten Reiz zeigen die prächtigen Tiere nachts: wird dann die Feder irgendwie gestört, so glüht sie an einer Stelle auf; dann „springt" der Funken von einem zum anderen Polypen „über" und Leuchtströme laufen über die Feder. Hervorgebracht wird das Licht nur von den Polypen und Siphonozoiden, bei den Polypen wahrscheinlich von dem drüsigen Gewebe der Mesenterialfilamente, nicht vom Cönenchym (Hickson). Um die Erscheinung zu verfolgen, bedarf es frisch gefangener und möglichst wenig beunruhigter Exemplare. Es genügt, mit dem Finger an die Wand des Aquariums zu klopfen, um Funken erscheinen zu sehen. Nimmt man die Feder unter Wasser in die Hand oder aus dem Behälter heraus, so wird das Auftreten von Lichtpunkten und leuchtenden Streifen lebendiger und es treten bei planmäßiger Wiederholung der Reize gesetzmäßige Ströme auf, wie sie schon 1871 Panceri in Neapel studiert hat. Ein Grundphänomen sind zwei Strömungen, wovon die eine, an die Polypen gebunden, auf der Ventralseite der ganzen Fahne sichtbar ist, während die andere an den Siphonozoiden auf der Dorsalseite auftritt. Drückt man das Ende des Stiels, so beginnt das Leuchten in den untersten Strahlen, läuft vom Kiel aus nach den Strahlenenden und geht allmählich auf die oberen und äußersten Strahlen über. Das Umgekehrte erfolgt, wenn man den Reiz an der Spitze der Fahne anbringt. Berührt man die Mitte des Fahnenschaftes, so läuft das Leuchten vom Reizpunkt aus gleichzeitig nach oben und nach unten. Reizt man beide Enden des Fahnenschaftes zugleich, so nähern sich die Ströme bis zum Zusammentreffen. Nur selten überspringen sie dabei einander, so daß sich die Erscheinung aus den Strömen des ersten und zweiten Reizes zusammensetzt. Reizt



Umbellula encrinus *L.* Junges Exemplar in nat. Gr. Nach Danielssen u. Koren. (Zu S. 137.)

man endlich ein Strahlenende, so geht der Strom zuerst strahlabwärts auf den Kiel und von da in der gewöhnlichen Richtung auf alle übrigen Strahlen. Ein bis auf die feste Achse gehender Kreisschnitt in den Kiel hemmt die Fortpflanzung der Erregung. Durchschnittlich brauchen die Lichtströme zwei Sekunden, um den 10 cm langen Kiel der Seefeder zu durchlaufen, also 20 Sekunden pro Meter.

Der Pennatula sehr ähnlich ist eine zweite im Mittelmeer häufige Seefeder, Pteroides griseum *Bohadsch*, die aber auch an den atlantischen Küsten Europas bis zu den Färöer hinauf gefunden wird. Der mehr gedrungene fleischige Kiel über dem kurzen, dicken Stiel trägt ebenfalls zwei Reihen Blätter, die durch einen Fächer von 11—22 großen Kalkstacheln gestützt und gegen Angreifer geschützt sind. Die Polypen knospen in mehreren Reihen an den ventralen Blatträndern, namentlich an der Basis sitzen sie dicht gedrängt. Siphonozoide finden sich ebenda auf der Unterseite der Blätter, nur ganz wenige auf dem Kiel selbst an der Spitze auf der Ventralseite. Die Zahl aller Individuen, der Polypen und Siphonozoide einer Kolonie ist gewaltig. Niedermeyer, der Pteroides in neuester Zeit eingehend untersuchte, hatte die Zahlenangabe 25000 für eine verwandte Art für übertrieben gehalten, mußte aber bei einem Pteroides von nur 27 Blattpaaren (es gibt Exemplare bis zu 40) 35000 feststellen. Die Federn sind in konserviertem Zustand (wobei sie etwas zusammengezogen sind) zwischen 11 und 28 cm lang. Die graue Farbe, die in Spiritus konservierte Stücke zeigen, hat den Artnamen veranlaßt. Lebende Pteroides sind auch vielfach grau, aber dann immer mit einem Stich ins Bräunliche. Oft aber erscheinen sie auch auffallend bunt: der Stiel orangerot, der Kiel dunkelviolett, die Blätter grau bis schwarz, die Polypen weiß oder in allen Nuancen von Braun. Die Farben einer Kolonie bleiben nicht immer dieselben, sondern können wechseln.

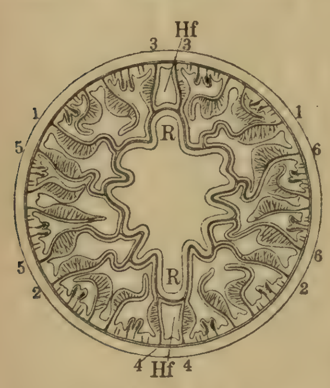
Bei Tage gräbt sich die graue Seefeder bis zu zwei Drittel der Federfahne in den Boden, nur bei Nacht ragt der ganze Kiel mit allen Blättern heraus. Um sich auszugraben, führt sie drehende Bewegungen aus, und auch starkes Anschwellen wird nachhelfen. Senkt sich der Stiel in den Sand ein, so wird er wie bei Scytaliopsis abwechselnd prall und wieder schlaff, sondert aber dazu noch reichlich Schleim ab, der die Arbeit anscheinend erleichtert. Sehr häufig zeigt er dicht unter dem Federkiel eine zwiebelartige Aufblähung, einen „Bulbus". In diesen großen Behälter wird Wasser gepumpt, wenn sich die Feder aufrichten will. Ist er prall gefüllt, dann ziehen sich Stiel und Bulbus zusammen, das Wasser wird nach oben in die Fahne gepreßt, der Kiel richtet sich auf und wird steif, die Blätter rücken auseinander und sperren sich zur Seite. Ringmuskelartig angeordnete Muskulatur über dem Bulbus zieht sich zusammen und verhindert, daß das Wasser zurücktritt. Dann kann sich der Behälter von neuem füllen. Wird ein voll entfaltetes Pteroides griseum gereizt, so folgt ein rasches Zusammenklappen. In einer halben Minute vermag die Kolonie auf die Hälfte der früheren Größe zurückzuschnurren, indem das Wasser heftig durch die Siphonozoide herausgetrieben wird; gänzlich erschlafft mißt sie nur ein Drittel der Länge bei voller Ausdehnung. Auch

bei Pteroides leuchten die Personen auf mechanische sowie auf elektrische, thermische und chemische Reize hin. Bei Tage ist ihr Leuchtvermögen stark herabgesetzt; werden sie in dieser Zeit in die Dunkelkammer gebracht, so beginnen sie erst nach längerer Zeit schwach zu leuchten, selbst wenn ihre „Lebensgeister" durch Sauerstoffzufuhr kräftig angeregt werden.

Zweite Unterklasse:

Sechsstrahlige Polypen (Hexanthida oder Actinanthida).

Bei den sechsstrahligen Anthozoen sind nicht bloß sechs Magenscheidewände vorhanden, wie bei den achtstrahligen acht, sondern mindestens sechs **Paare**, meistens aber ein höheres Vielfaches von sechs. Doch tritt in der Entwickelung der Hexanthiden ein Stadium mit nur vier Septenpaaren, also 8 Septen, auf, das bei einer Familie sogar zeitlebens beibehalten werden kann; es ist wohl ein Hinweis darauf, daß die sechsstrahligen von einfacheren achtstrahligen Korallen abstammen. Die sechszähligen Septen sind aber anders angeordnet als die der Octanthiden: sie stehen paarweise zusammen, so, daß sich die zwei Partner jedesmal die Muskelfahnen zukehren. Nur zwei Paare, die „Richtungssepten", wieder in der Verlängerung einer Mundspalte wie bei den Octanthiden, machen eine Ausnahme. Dadurch ist ebenfalls eine zweistrahlige Symmetrie neben der radiären bedingt: eine „Sagittalebene" durch die „Richtungsfächer" und die Mittelachse teilt das Tier in spiegelbildlich gleiche Hälften und ebenso eine darauf senkrechte „Transversalebene". Die sechs zuerst angelegten Septen reichen immer bis an das Schlundrohr hinauf. Auch ein Teil der nachträglich entstandenen Paare kann es noch berühren; sonst stehen diese Septen in verschiedener Größe einfach frei zwischen den „vollkommenen". Die Zahl der Tentakel ist ebenfalls ein Vielfaches von sechs, seltener eine ungeregelt große Zahl; es sind einfache, hohle Schläuche, die in mehreren Reihen auf der Mundscheibe stehen.



Querschnitt durch eine Adamsia diaphana. Nach Hertwig aus Claus-Grobben, „Lehrbuch der Zoologie". Hf die Fächer der Hauptebene (Richtungsfächer), R Schlundrinnen, 1—6 die ersten sechs Septenpaare, nach der Reihenfolge ihrer Entstehung bezeichnet.

Während bei den Octanthiden einzellebende Polypen eine seltene Ausnahme bilden, kommt ein großer Teil der Hexanthiden, wie die zahlreichen „Seerosen", einzeln vor. Doch ist die Koloniebildung keineswegs zu kurz gekommen, im Gegenteil: die gewaltigsten Bauwerke, die tierische Lebewesen geschaffen haben, die Korallenriffe, die ganze Inseln und große Schichten der Erdrinde aufbauen, sind das Werk von Hexanthiden-Kolonien, in denen jeder Polyp ein im Verhältnis zu seinen Weichteilen gewaltiges Kalkskelett ausbildet. Viele der Einzellebenden bleiben dagegen ganz ohne Skelett.

Erste Ordnung:

Aktinien, Seerosen (Actinaria).

Überall in den Meeren sind die Aktinien anzutreffen: von den höchsten Breiten bis zum Äquator, vom Sandstrand oder den Klippen, an denen die Brandung tost, bis zur lichtlosen Tiefsee, auf Tang und Seegras ebenso wie auf allen möglichen Meerestieren,

auf Schwämmen, Korallen, den Stielen der Seelilien, Schneckenhäusern, sogar auf der Haut der Wale. In Seewasseraquarien sind manche Arten die dankbarsten und ausdauerndsten Pfleglinge. Dem Zoologen, der die Lebensäußerungen von Hohltieren studieren will, sind sie deshalb unentbehrlich und immer wieder Gegenstand seiner Untersuchungen.

Bau und Leistungen sind in den Grundzügen wieder die aller polypenartigen Cölenteraten. Im einzelnen wurden sie durch die Erfordernisse des jeweiligen Standortes einer Aktinie bedingt: je nach den Ansprüchen, die an die Festigkeit der Körperwand gestellt werden, ist das mesodermale Gewebe gallertig weich oder durch Einlagerung faseriger Bindegewebszellen derb und lederartig, sogar gelegentlich fast knorpelhart; Felsenbewohner sitzen mit breiter Haftplatte auf, Schlammbewohner senken ihr leicht zugespitztes Fußende in den Grund. — Die Aufgaben der zahlreichen, mit Nessel- und Klebzellen wohlversehenen Tentakel sind Verteidigung und Beschaffung der Nahrung. Bei vielen Arten haben sie am Ende eine kleine Öffnung, die wahrscheinlich nur der raschen Entleerung der Körperhöhle dient, wenn das Tier sich zusammenzieht. Von der spaltförmigen Mundöffnung führen meist zwei Schlundrinnen mit lebhaft schlagenden großen Wimpern in den Schlund, an jedem Ende der Spalte eine. Auch bei geschlossenem Mund bleiben die Rinnen immer offen, solange der Polyp ausgestreckt ist; eine wirkt als „Mund", in den durch den Schlag der Wimpern ständig ein Sauerstoff und Nahrungsteilchen bringender Wasserstrom eingeführt wird, die gegenüberliegende dient als „After", durch den der Strom wieder austritt. Ausnahmsweise kann die Spalte sogar bis auf diese beiden Öffnungen zuwachsen (nach H. V. Wilson).

Die Septen haben ihre Mesenterialfilamente mit Drüsen und Nesselzellen, ihre Muskulatur und ihre Gonaden wie bei den Octanthiden; manchmal treten eigentümliche Fäden (Acontien) an den Septen auf, die mit Nesselkapseln beladen sind und durch den Mund, die Poren der Tentakel, hauptsächlich aber durch besondere Öffnungen der Körperwand zur Verteidigung herausgestoßen werden.

Nicht alle Aktinarier bedienen sich der Nessel- und Klebkapseln auf den Fangarmen, um damit Tiere als Nahrung zu fangen. Viele nähren sich bloß von den organischen Teilchen, die aus dem Wasser auf sie herabregnen, sind also „Partikelfresser" wie die Schwämme. Im ursprünglichsten Falle (z. B. bei Gonactinia) wird alles, was irgendwo auf den Körper fällt, mit Schleim festgeklebt und durch die Tätigkeit der auf dem ganzen Ektoderm verteilten Wimpern, die ständig in der Richtung zum Munde schlagen, an den Bestimmungsort getrieben. Nur an den Tentakeln arbeiten die Wimpern nach den Tentakelspitzen zu; gelangt ein Nahrungsteilchen dorthin, dann krümmt sich dieser Tentakel über den Mund, und das Bröckchen wird vom einführenden Wimperstrom des Schlundes erfaßt. Andere (z. B. Metridium marginatum) haben bloß auf der Mundscheibe und den Tentakeln Wimpern, deren Schlag immer nur zur Spitze der Tentakel geht und alles auf diese schafft, was auf das Wimperkleid gerät. Unbrauchbares wird dann einfach fallen gelassen, Nahrungsteilchen aber lösen die Bewegung der Tentakel zum Munde hin aus. Alle Partikelfresser mit ausgedehntem Wimperkleid führen viel weniger Nesselkapseln in den Tentakeln als die Formen, die ihre Beute mit den Fangarmen bewältigen. Dafür ist bei jenen (z. B. Urticina) das Wimperkleid viel schwächer ausgebildet.

Die Nahrungsaufnahme gewährt den besten Einblick in das bereits recht komplizierte Verhalten dieser „niederen" Tiere gegenüber Reizen. Gewöhnlich sitzen sie mit ausgebreiteten Fangarmen ruhig da. Aber irgendeine schwache Störung des Wassers genügt schon,

die Arme wie suchend im Wasser spielen zu lassen: eine Reaktion, die die Aussichten vermehrt, etwa vorhandene Beute zu erlangen. Die „Witterung“ des Futters als schwacher chemischer Reiz genügt bei Sagartia schon zu bestimmt gerichteten Bewegungen: ein Teil der Tentakel wendet sich der Richtung des Reizes zu, sogar der ganze Körper kann sich danach neigen. Dann krümmen sich die Fangarme ganz automatisch zum Mund, einerlei, ob ihre Fangbewegungen Erfolg hatten oder nicht. Hat sich ein größeres Opfer in den Kleb- und Nesselkapseln verstrickt, so neigen sich mehrere, selbst alle Fangfäden hinzu und beteiligen sich an seiner Bewältigung. Kleine Brocken werden durch den Wasserstrom, den die Wimpern des Schlundes erzeugen, eingeführt, größere auch durch Schlingbewegungen des Schlundes. Was aufgenommen wird, hängt in erster Linie von inneren Zuständen des Tieres, von „Hunger“ und auch von „Ermüdung“, ab. Sehr ausgehungerte Aktinien verschlucken alles, ob sie es verdauen können oder nicht; man hat sie soviel Filtrierpapier fressen lassen, daß der Gastralraum nicht alles fassen konnte, ausgespiene Stückchen aber wurden sogleich wieder hineingestopft. Nach einem gewissen Grade der „Sättigung“ stellt sich dagegen ein sehr feines Unterscheidungsvermögen ein. Es wird dann nur noch Wertvolles, wie Fleisch, aufgenommen, Papier und dergleichen aber zurückgewiesen. Mit Fleischextrakt getränktes Papier wird zunächst noch genommen, aber die Aktinie „lernt“. Bald dauert es länger, bis sie das präparierte Papier in den Schlund aufnimmt, während sie bei Fleisch sofort zugreift; schließlich läßt sie sich nicht mehr täuschen, sondern antwortet gleich mit einer Auswurfreaktion. Dieser Impuls überträgt sich nach einiger Zeit vom Schlund auf die Tentakeln, die dann auf das Fleischextraktpapier auch nicht mehr reagieren. Freilich kann man Aktinien, die zwischen Papier und Fleisch zu unterscheiden gelernt haben, immer noch „anführen“. Haben sie oftmals hintereinander Fleisch erhalten und immer gleich geschluckt und kommt dann ein Papierballen, so wird er ebenso automatisch eingeführt, obwohl er vorher verweigert wurde (Kafka). Sind die Tiere „völlig gesättigt“, so werden Fang- und Aufnahmereaktionen überhaupt nicht mehr ausgelöst. — Auf „unangenehme“ Reize erfolgt die allen festsitzenden Cölenteraten gemeinsame „Fluchtreaktion“: die Aktinie zieht sich zusammen. Dabei werden gewöhnlich nicht nur Rumpf und Tentakeln verkürzt, sondern die ganze Mundscheibe mit den Tentakeln faltet sich nach innen, und ein dem Entoderm angehöriger Ringmuskel zieht die Körperwand darüber vollständig zusammen (s. die Gürtelrose auf der Tafel „Seerosen“ bei S. 145). Wird eine Aktinie aber dauernd angestoßen oder sonstwie belästigt, so bleibt es nicht bei dieser Reaktion, die nur die angreifbare Fläche verringern kann. Sandbewohner vermögen sich dann durch abwechselndes Schwellen- und Erschlaffenlassen des Fußendes einzugraben, felsenbewohnende Formen aber beginnen sich auf ihrer breiten Fußscheibe fortzubewegen, indem sich ein Teil vorschiebt, anheftet, und die ganze „Kriechsohle“ der eingeschlagenen Richtung folgt. Dabei können, wie bei einer Schnecke, langsame Kontraktionswellen über den Fuß laufen. Manche gleiten auf diese Art wie viele Wasserschnecken auch am Oberflächenspannungshäutchen des Wassers dahin. Seltener vermögen Aktinien (z. B. die Wachsrose Anemonia sulcata) auf den Tentakeln zu kriechen. Wanderungen erfolgen immer, wenn die Unterlage dem Tier nicht zusagt. Ausgesprochene Felsenbewohner, wie die Purpurrose, brauchen rauhe Flächen, auf denen sie sich festsetzen, und legen im Aquarium, nach Pax, bis zu ½ m am Tage zurück, wenn sie keine zusagende Stelle finden. Von Glas kriechen sie auf Ulvenblätter oder auf Miesmuschelschalen oder von glattem auf rauhes Glas, nie aber auf glatte Flächen. Offenbar wirkt die glatte Unterlage so lange als störender Reiz, bis das Tier einen Standort von

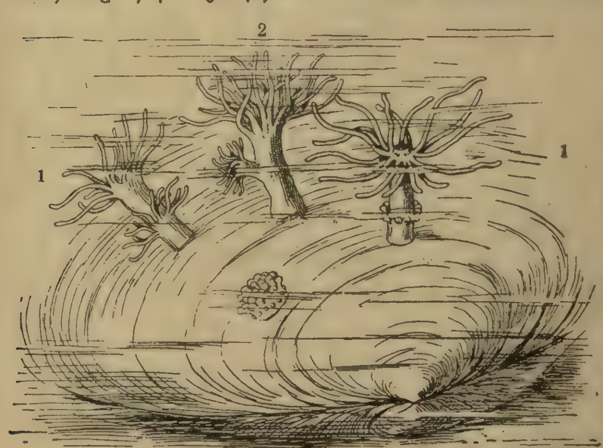
bestimmter Rauhigkeit erreicht hat. Trotz des fast ganz gleichartig über den Körper verbreiteten Nervensystems sind die verschiedenen Körperteile für die Reize, die sie im gewöhnlichen Leben hauptsächlich treffen, besonders empfindlich. Die Fußscheibe ist äußerst sensibel für Berührung, gar nicht für chemische Reize; auf diese ist natürlich der Mund am schärfsten eingestellt; auf chemische und auf mechanische Reize reagieren die Tentakel sehr fein, die Körperwand aber viel weniger. — Aus den normalen Lebensverhältnissen erklärt sich auch das Verhalten gegen Lichtreize. Tiefenformen und Arten, die an dunklen Standorten in der Uferregion leben, entfalten sich meist nur bei völliger Dunkelheit. Andere sind weniger lichtscheu, wieder andere kehren die Mundscheibe dem Lichte zu; eine auf den Korallenriffen der Philippinen lebende Cerianthus-Art (s. S. 175) entfaltet die Tentakel sogar in der prallen Tropensonne. — Reize, die nur im Experiment an das Tier gelangen, wie starke Temperaturerhöhung, elektrischer Strom usw., werden durch die allgemeine Fluchtreaktion, das Zusammenziehen, beantwortet.

Bei der Fortpflanzung der Aktinien spielt die ungeschlechtliche Vermehrung meist keine bedeutende Rolle, kommt aber häufig genug vor, als Querteilung oder Längsspaltung wie als Knospung. Etwas Besonderes ist die „Laceration", die bei manchen Aktinien ebenfalls zur Bildung neuer Individuen führt. Am Rande der Fußscheibe schiebt sich ein Fortsatz heraus, der sich allmählich abschnürt und dann zu einer neuen Aktinie auswächst; vorher kann er sich sogar nochmals teilen. Auch wenn man bei einer geeigneten Form Stückchen vom Rande der Fußscheibe herausschneidet, regenerieren daraus ganze Aktinien. Das Regenerationsvermögen ist überhaupt noch sehr hoch, wenn auch lange nicht mehr in dem Maße wie bei Hydra (s. S. 107). So vermag das obere Stück einer quer geteilten Seerose keine neue Fußscheibe mehr zu bilden, während das untere eine neue Mundscheibe mit Tentakeln, nötigenfalls auch einen neuen Schlund, hervorsprossen läßt.

Eier und Samen reifen entweder auf getrennten Tieren, oder es ist ein und dasselbe Individuum, in dessen Septen in der Regel zuerst männliche, später auch weibliche Geschlechtszellen entstehen. Diese werden bei vielen einfach ins Wasser entleert. Häufig aber dringen Spermien in den Körper eines Muttertieres ein und befruchten die Eier gleich hier. Dann entwickeln sich diese in der Mutter, und die Jungen schwärmen frühestens als Wimperlarven aus. Manchmal aber werden erst die kleinen Aktinien mit zwölf oder noch mehr Tentakeln durch den Mund geboren. Aber auch auf andere Art können die jungen Aktinien zunächst noch unter dem Schutz der Mutter bleiben: in deren Ektoderm bilden sich Einstülpungen, Bruttaschen, in denen die Jungen heranwachsen, oder sie siedeln sich einfach außen auf ihr an. Die verschiedenen Formen der Brutpflege finden sich vor allem bei den Arten der Polarregionen als Schutzanpassung an ungünstige Lebensbedingungen. Die Fortpflanzungszeiten fallen in unseren Breiten und in den kalten Meeren meist in den Winter und Frühling, in den Tropen aber auch in die warmen Jahreszeiten. Die Larven schwärmen durchschnittlich 7—8 Tage im Plankton und werden in dieser Zeit durch Strömungen weit verbreitet. Die einiger Arten setzen sich dann auf oder in Medusen und Rippenquallen als Schmarotzer fest und vermögen nachträglich noch von einem zum anderen Wirte zu wandern, indem sie die Organe des Gastralraumes zum Munde herausstülpen, als Schweborgane ausbreiten und so im Wasser treiben, bis sie den neuen Wirt gefunden haben.

Feinde der Aktinien sind fast nur einige Schnecken, die gegen die Nesselkapseln mehr oder weniger immun sind. Auch von einigen Fischen, darunter dem Schellfisch, werden sie gelegentlich verschlungen.

Einen stammesgeschichtlich sehr alten Typ mit nur acht vollständig ausgebildeten Septen, zu denen noch acht unvollständige kommen, stellt die kleine Gonactinia prolifera *M. Sars* dar. Sie hat ein zartes, durchscheinendes, weiß bis fleischrot gefärbtes Körpersäulchen, das nur 2—3 mm hoch und 1—2 mm breit wird. Den Mund umgeben bloß 16 Tentakel in zwei Kreisen; der Schlund ist so flach, daß die Mesenterialfilamente bei geöffnetem Mund frei zutage liegen, und besitzt keine Schlundrinnen. Man findet die kleinen Polypen an der norwegischen und englischen Küste, auch im Mittelmeer, in Tiefen von etwa 3½—75 m, auf Tang, Hydrozoenkolonien, Muschelschalen und dergleichen. Sie sind Partikelfresser, die sich ihre Nahrung mit Hilfe des Wimperkleides, das den ganzen Körper überdeckt, zum Munde strudeln. Ihren Platz wechseln sie sehr leicht und kriechen dabei auf den Tentakeln, aber auch auf der Fußscheibe. Und außerdem vermögen sie, nach Prouhos und Carlgrens Beobachtungen, frei zu schwimmen: alle Tentakel werden zugleich und rhythmisch rückwärts geschlagen, und wie bei einer Meduse wird der Körper durch den Rückstoß vorwärtsgetrieben; der Mund geht dabei voran. Auch in der Fortpflanzung leistet sich Gonactinia etwas Merkwürdiges: sie vermehrt sich ganz regelmäßig durch Querteilung. Erst sproßt in bestimmter Höhe ein Kranz Tentakeln auf der Körperwand (Fig. 1 der Abb.), dann erfolgt langsam die Abschnürung des oberen Stückes, das ebenso wie der Stumpf mit seinen neuen Tentakeln zu einem lebenskräftigen Polypen wird; beide können sich von neuem quer teilen oder auch geschlechtlich fortpflanzen. Manchmal wachsen sogar aus dem oberen Polypen, noch ehe er sich losgelöst hat, wiederum Tentakel und eine zweite Teilung wird vorbereitet, ehe die erste ganz vollzogen ist, so daß drei Teilpolypen übereinandersitzen. Längsteilung kommt ebenfalls vor und gelegentlich werden auch seitliche Knospen ausgebildet. Geschlechtliche Fortpflanzung geht außerdem noch neben der Teilung einher.



Gonactinia prolifera *M. Sars* **auf einer Muschelschale.** 1 in Teilung, 2 mit Knospe. Vergrößert. Im Anschluß an Blochmann und Hilger aus Hesse-Doflein, „Tierbau und Tierleben", Bd. I, Leipzig u. Berlin 1910.

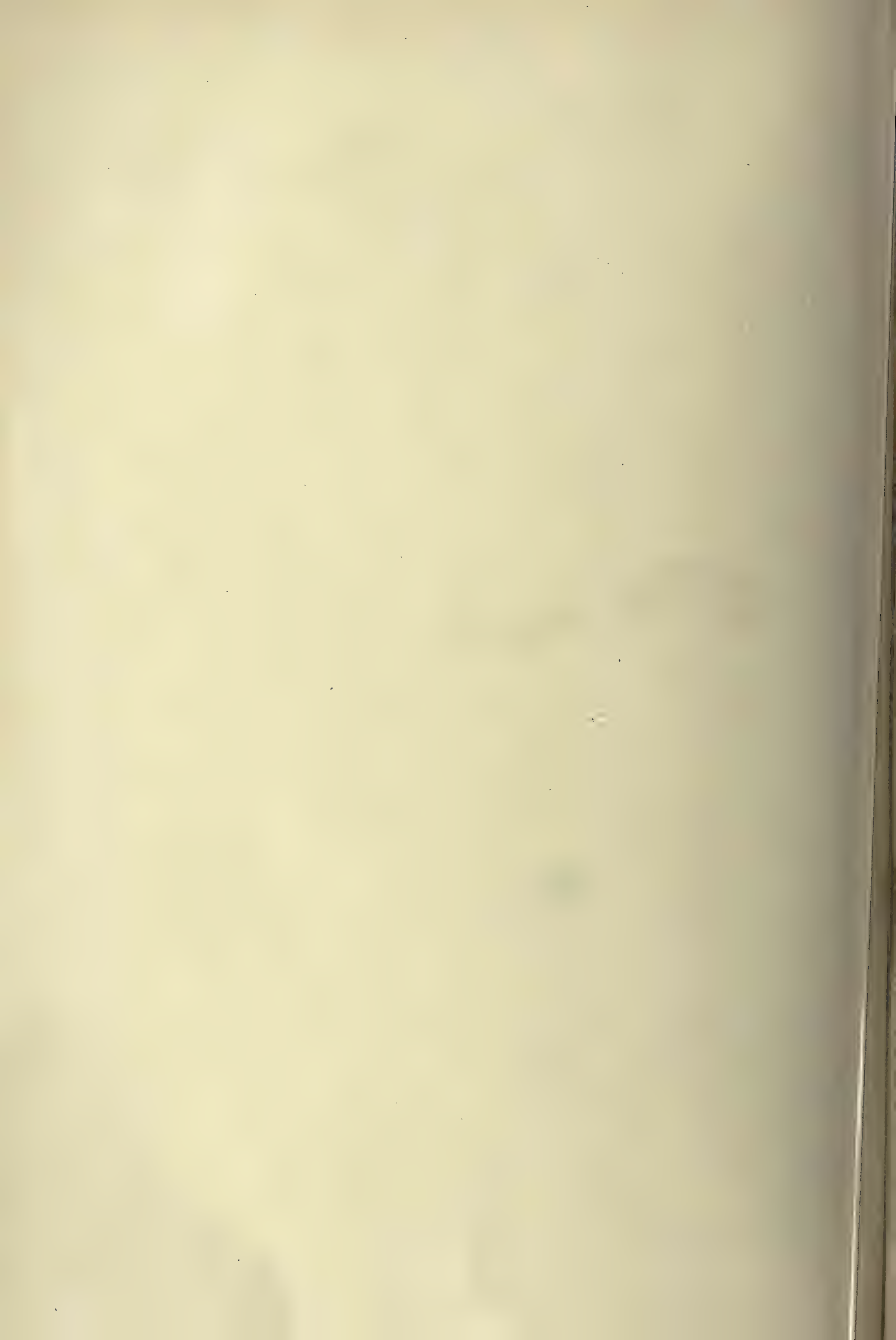
Viel bekannter als diese primitive kleine Aktinie sind die größeren Vertreter derjenigen Familien, in denen die Zahl der Tentakel und Septen stark vermehrt und der Bau ausgesprochen sechszählig ist. Bei der häufigsten Form der europäischen Küsten, der kosmopolitischen Purpurrose (Erdbeerrose, Pferdeaktinie), Actinia (Priapus) equina *L.* (mesembryanthemum *Ellis*), stehen bei regelmäßig gebauten Exemplaren 192 Tentakel in sechs Kreisen auf der Mundscheibe. Die Art lebt überall an Felsküsten in der Gezeitenzone und verrät sich jedem, der zwischen den Klippen nach Seegetier sucht, schon von weitem durch ihr leuchtend scharlachrotes Kleid. Prachtvoll sieht die „aufgeblühte" Purpurrose aus: über dem gedrungenen Körper breiten sich die vielen, zart rotgefärbten, durchscheinenden Arme aus, und unter der Mundscheibe funkeln wie eine Edelsteinkette türkisblaue „Nesselwarzen", meist 24 an Zahl; auch um den Rand der breiten Fußscheibe läuft ein türkisblauer Saum.



Seerofen.

Natürliche Größe.

Actinaria: 1. Purpurrofe, *Actinia equina L.* 2. Gürtelrofe, *A. cari Chiaje.* 3. Edelfteinrofe, *Cribrina gemmacea Ellis.* 4. Schmarotzerrofe, ...



Eingezogene Tiere hängen rund und prall wie Tomaten an den Felsen; die Tentakel haben sich verkürzt und die Körperwand hat sich über der Mundscheibe bis auf eine kleine Öffnung völlig zusammengezogen. Welche Bedeutung die intensive Farbe hat, ist nicht endgültig geklärt. Vielleicht macht das Rot zu starke Licht- und Wärmestrahlen der Sonne unwirksam; Bohn will es dem Blattgrün der Pflanzen gleichsetzen und glaubt, daß die Aktinie damit Kohlensäure assimiliere und Sauerstoff abgebe.

Als Bewohnerin der Brandungszone heftet sich die Purpurrose, wenn sie nicht gerade langsam wandert, so fest an ihre Unterlage, daß sie auch der stärkste Wellenschlag nicht losreißen kann. Wer versucht, eine mit den Fingern zu lösen, kann froh sein, wenn nur ein paar Fetzen der Fußscheibe hängen bleiben; oft wird er das ganze Tier zerreißen. Zur Zeit der Flut, die den Tieren nahrungs- und sauerstoffreiches Wasser bringt, sind sie voll entfaltet; bei Ebbe sitzen sie in den stagnierenden Wasserlachen zwischen den Felsen, sehr oft aber auch ganz trocken. Der starken Verdunstung begegnen sie dabei, indem sie einmal durch Zusammenziehen ihre Oberfläche verkleinern, dann aber auch einen ziemlichen Wasservorrat in dem Magenraum behalten, um den sich die zusammengezogene Leibeswand straff spannt. Dieses zeitweilige Trockenliegen scheint geradezu zu ihrem Gedeihen nötig geworden zu sein: Aquarientiere kriechen häufig für einige Zeit aus dem Wasser heraus. Auch der Rhythmus von Ebbe und Flut geht ihnen „in Fleisch und Blut“ über, wie Pieron und Bohn beobachteten: sie entfalten und schließen sich in entsprechendem Wechsel. Reiz dafür ist aber nicht erst der Eintritt der Gezeiten selbst, sondern bereits die diesen vorausgehende Wasserströmung, ein Reiz also, der ursprünglich mit den nachfolgenden Wirkungen von Ebbe und Flut auf den Organismus noch nichts zu tun hat, sie aber schließlich für die Auslösung der Wirkung beim Tier vertritt. Und bei Individuen, die dem Wechsel des Wasserstandes an der Meeresküste besonders ausgesetzt waren, hat sich der Rhythmus der Gezeiten sogar fest eingeprägt. Im Aquarium öffnen oder schließen sich diese Aktinien noch 2—3 Tage lang zur selben Zeit, in der draußen im Meer Ebbe oder Flut eintritt. Sogar über 8 Tage hin konnte Bohn den Einfluß des Gezeitenrhythmus bei Aquarientieren durch einen Kunstgriff erkennen: ließ er einen Wasserstrom auf voll entfaltete Purpurrosen wirken, so schlossen sie sich zur Ebbezeit bereits nach einer halben Stunde, zur Zeit der Flut aber, während der der Organismus auf Wasserströmungen eingestellt war, erst nach mehreren Stunden.

Im Aquarium ist die Purpurrose die dankbarste Seerose; sie gedeiht auch in künstlichem Seewasser, das viele empfindliche Arten nicht vertragen, und läßt sich, da sie ja vorübergehende Trockenheit gut übersteht, nur in feuchten Tang gepackt, überall ins Binnenland versenden; sie bleibt dabei gut zehn Tage lebend. Freilich wird sie in Gefangenschaft nach einiger Zeit mißfarben, graurot oder grau, dauert aber jahrelang aus. Nach Pax sind im Neapeler Aquarium Exemplare 15 Jahre lang am Leben gehalten worden, und ein im Jahre 1828 von dem schottischen Zoologen Dalyell bei North Berwick dem Meere entnommenes Exemplar von Actinia equina starb sogar erst im August 1887; ihr Alter wurde zu Beginn der Gefangenschaft auf 7 Jahre geschätzt, sie würde demnach 66 Jahre alt geworden sein. Während der ersten 20 Jahre der Gefangenschaft brachte sie 334 Junge zur Welt, dann folgte eine Periode der Sterilität, und im Jahre 1857 stieß sie, wie M'Bain (1878) versichert, in einer einzigen Nacht 230 Junge aus. Nun war die Aktinie wieder 15 Jahre steril, um in den Jahren 1872—77 mehr als 150 Junge hervorzubringen. Die Jungen werden bereits als richtige kleine Aktinien mit zwölf Tentakeln geboren, die sich alsbald festsetzen.

Außer der roten Form gibt es viele Farbenvarietäten der Pferdeaktinie: rotbraune, braune, gelbliche, olivgrüne und grasgrüne kommen nebeneinander vor. In der Nordsee sind grüne Exemplare sogar recht häufig, während die roten im Mittelmeer überwiegen.

Auch als bloße Spielart ist vielleicht die Gürtel- oder Ringelrose, Actinia cari *Chiaje*, aufzufassen (2 auf der Farbentafel bei S. 145). Sie kommt mit der Purpurrose zusammen überall auf den Felsgestaden des westlichen Mittelmeeres vor, geht aber nicht über die Linie des Niedrigwassers nach oben. Der Körper ist schön grün mit einer Anzahl paralleler dunkler Ringe. Meist hat auch sie die Kette blauer Höcker am Rande, wie A. equina. Im Aquarium sind junge Tiere zuerst einige Tage rot und werden nachher grün. Die Befruchtung erfolgt, nach Carlgren, außerhalb des Muttertieres; in der Gefangenschaft bringt die Ringelrose aber, wie Pax berichtet, auch lebende Junge zur Welt.

Eine der häufigsten Aktinien im Mittelmeer, die aber auch an der atlantischen Küste Spaniens, Frankreichs und Englands bis zu den Shetlandinseln hinauf vorkommt, ist die Wachsrose oder Fadenrose, Anemonia sulcata *Penn.* (Anthea cereus *L.*; s. Tafel „Hohltiere II", 10). Mit ihren vielen (etwa 200) langen Tentakeln, die bei 10 cm Körperlänge bis 15 cm lang werden, gleicht sie der Blüte mancher Chrysanthemen. Sie vermag die Arme nicht zu verkürzen und sich zu schließen, aber diese sind vor unliebsamer Berührung durch die sehr ausgiebige Bewaffnung mit Nessel- und Klebkapseln genügend geschützt (s. S. 141). Damit wird auch die Hauptnahrung, ganz ansehnliche Fische, Krabben und Schnecken, rasch bewältigt. Nach Brandt müssen die parasitischen Algen, die sie beherbergt, für die Ernährung ebenfalls sehr wichtig sein, denn im Dunkeln gehaltene Exemplare verhungern.

Die Farbe der Wachsrose ist in der Regel am Körper fleischbraun; die Tentakel sind heller, oft mit mattgrünlichem Glanz und roten Enden. Aber auch hier gibt es zahlreiche abweichende Exemplare mit ausgesprochenen roten, gelben und grünen Farbentönen; Gelb tritt dann mehr am Rumpf, Rot und Grün mehr an den Fangarmen auf. Intensives Grün, vielleicht als Schutzfärbung, zeigen Fadenrosen, die sich auf Tang und Seegras ansiedeln. Im Aquarium halten sie schwerer als die robusteren Actinia-Arten, immerhin aber, nach Kammerer, bis zu vier Jahren aus. Gegen schlechtes Wasser sind sie empfindlich, können auch nicht trocken verschickt werden, da die nicht einziehbaren Tentakel darunter leiden.

Pax hat eine gefangene Wachsrose bei der Eiablage beobachtet. Sie stieß innerhalb zweier Tage mit kleinen Unterbrechungen Hunderte, vielleicht auch Tausende von Eiern in Portionen aus, und zwar nicht durch Zusammenziehen des Körpers, sondern nur durch den Wasserstrudel im Schlundrohr. Dieses stülpte sich dabei schornsteinartig etwa 3 cm hoch über die Mundscheibe. Nachher war das Tier, das monatelang seinen Platz nicht gewechselt hatte, auffallend beweglich und verkroch sich unter einen überhängenden Felsen, wo es, lang ausgestreckt, herunterhing und nach drei Tagen starb. Ob die Tiere auch in Freiheit nach der Eiablage eingehen, ist nicht bekannt. — A. sulcata ist eine der Arten, die an den Küsten Südeuropas von der ärmeren Bevölkerung gegessen werden.

Eine andere Form, die man in Aquarien jetzt häufiger trifft, ist die Edelsteinrose, Cribrina (Bunodes) gemmacea *Ellis* (3 auf der Farbentafel bei S. 145). Durch die Längsreihen von Saugwarzen erscheint diese im Mittelmeer und im Atlantischen Ozean vorkommende Art wie mit Edelsteinen geschmückt. Im Meere sitzen die Tiere von der Uferzone an bis in größere Tiefen auf Steinen, oft auch an den Wurzelstrünken des Seegrases. In der Gefangenschaft haben sie bis acht Jahre ausgehalten. Sie sind dabei keine Kostverächter und werden mit recht ansehnlichen Bissen fertig (s. die Tafel „Hohltiere II", 1—6). Im



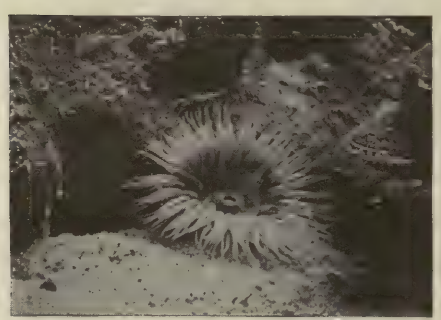
1 — 6 Edelsteinrose, Cribrina gemmacea *Ellis*, beim Verschlingen eines Fisches. S. 146

Photographien von C. O. Bartels, Verfasser von „Auf frischer Tat“, Biologische Bilderserien.





7 und 8. Dickhörnige Seerose, Urticina crassicornis *O. F. Müll.* Links mit eingezogenen, rechts mit ausgestreckten Tentakeln. S. 147. Prof. W. Köhler-Tegel phot.



9. Seemannsliebchen, Heliactis bellis *Ellis.* S. 153. Prof. W. Köhler-Tegel phot.



10. Wachsrose, Anemonia sulcata *Penn.* S. 146. P. Schmalz phot.



11. Seenelke, Metridium dianthus *Ellis.* S. 153. Hofphotograph Schensky-Helgoland phot. (Aus: „Tier- und Pflanzenleben der Nordsee", hrsg. von d. Biolog. Anstalt auf Helgoland, 1. Lief., Leipzig 1914.)

Aquarium können die lebendgebärenden Edelsteinrosen auch zur Fortpflanzung schreiten. Die Jungen sitzen vor der Geburt nicht immer im Magenraum, sondern können, nach Bartels' Beobachtung, auch noch in die Fühler rutschen, wo sie dann äußerlich als helle Flecke zu erkennen sind (s. die Tafelbilder).

Die prächtige Dickhörnige Seerose, Urticina (Thealia) crassicornis *O. F. Müll.* (s. Tafel „Hohltiere II", 7 und 8), weist einen reichen Besatz von Saugwarzen auf, die in undeutlichen Längs- und Querreihen stehen. Mit Hilfe dieser Haftorgane „maskiert" sie sich gewöhnlich mit Sand, Steinchen und allerhand Muschelfragmenten. Als Unterlage sucht sie die Steine und Felsen, die mit roten Kalkalgen bewachsen sind; sagt ihr eine Örtlichkeit nicht zu, so löst sie die Fußscheibe, bläht den Körper auf und läßt sich von den Wellen herumspülen und rollen; so wird sie, nach Fleure und Walton, besonders während der Herbstmonate getroffen. Die Art ist eine der häufigsten Aktinien unserer Nordsee und außerdem an der ganzen atlantischen Küste Europas, in der westlichen Ostsee und im Mittelmeer zu finden. Der Reichtum an kurzen, dicken, aber doch sehr zarten durchscheinenden Tentakeln (etwa 160), vereint mit den lebhaften Farben auf dem gedrungenen Körper, gibt den Tieren etwas Kräftiges und dabei doch Schönes. Die Färbung wechselt ungemein; kaum zwei Stücke gleichen einander völlig. An der Körpersäule kann vorherrschen: Karminrot, oder Grünlich mit kräftigen karminroten Strichen und Flecken, oder Ockergelb, oder Olivbraun, oder schließlich Grau mit fleischfarbenen und grünlichen Tönen usw. Die Tentakel sind mehr oder weniger karminrot und weißgebändert, aber auch einfarbig weißlich, die Mundscheibe meist grau oder olivbraun, der Mund selbst aber rötlich mit karminroten Lippenwülsten, zwischen denen sich der graue Schlund leicht hervorstülpt. Die Art der Fortpflanzung hängt von den klimatischen Verhältnissen ab: nach Carlgren stößt die Seerose bei Bergen Eier aus, an der Küste Spitzbergens aber gebärt sie lebendige Junge.

Eine der merkwürdigsten Genossenschaften, die in jedem Schulbuch als Musterbeispiel der „Symbiose" herhalten muß, gehen verschiedene Aktinienarten mit Krebsen zu gegenseitigem Vorteil ein. In allen Meeren gibt es Seerosen, die sich auf den von Einsiedlerkrebsen bewohnten Schneckenhäusern ansiedeln; manche sitzen auch direkt auf Krebsen. Sie werden von den Krustern mit herumgeschleppt und haben trotz ihrer Seßhaftigkeit die Vorteile frei beweglicher Organismen: Jagdgebiet für die Tentakel an immer neuen, nahrungsreichen Plätzen und immer frisches Atemwasser. Dazu fallen von der Mahlzeit der räuberischen Krebse noch reichlich Brosamen für sie ab, und beim Marschieren wirbeln diese ständig mit Sand und Schlamm organische Reste auf. Anderseits gewinnt der Krebs in den Nesselkapseln der Genossin eine wirksame Verteidigung. Es sind nicht nur die Kapseln der Fangarme: bei der Familie der Sagartiiden, zu denen die bekanntesten mit Einsiedlern vergesellschafteten Aktinien des Mittelmeeres gehören, werden fadenförmige „Acontien", die an den Septen sitzen und mit Nesselkapseln gespickt sind, aus dem Munde oder durch besondere Öffnungen der Körperwand herausgeschossen. Selbst größere und kräftige Krebsliebhaber, wie die Tintenfische, nehmen sich vor ihnen in acht.

Im Grunde ist das Zustandekommen des wunderlichen Freundschaftsverhältnisses gar nicht so unerklärlich, wie es aussieht. Aktinien der Küstenregion suchen sich mit Vorliebe die Plätze, wo ihnen durch die Wasserströmung die reichlichste Nahrung zugeführt wird, und vermögen den Ort leicht zu wechseln. An denselben Stellen finden auch die Krebse gedeckten Tisch: da ist immer Gelegenheit gewesen, daß sich Aktinien zufällig auf den Schneckenhäusern

von Einsiedlern oder den Panzern anderer Krebse festsetzen konnten. So werden die verschiedensten Aktinien gelegentlich auf Schnecken- und Muschelschalen, auf leeren oder solchen, die noch Tiere enthalten, angetroffen. Die felsenbewohnende Purpurrose kriecht nach den Versuchen Brunellis im Aquarium auf von Einsiedlern bewohnte Schneckenschalen, wenn sie keine andere rauhe Fläche findet, worauf die Fußscheibe haften kann, und der Krebs versucht nicht, sich des ungewohnten Gastes zu entledigen. Auch der Krebs mag ursprünglich selbst ganz zufällig dazu beigetragen haben, daß das Verhältnis überhaupt beginnen konnte; viele haben ja die Gewohnheit, sich mit allerhand Algen, Schwämmen und auch totem Material zu maskieren. Warum sollen sie da nicht öfters eine Aktinie erwischen (man denke an Formen wie Urticina, die sich lose rollen lassen) und sich aufsetzen? Infolge der wechselseitig gebotenen Vorteile wird sich daraus allmählich ein Instinkt entwickeln und in weiterer Folge, unter Anpassung der Körperform, eine Symbiose, die so weit gehen kann, daß die Gesellschafter voneinander völlig abhängig werden und keiner ohne den anderen existieren kann.

Bei der ersten Begegnung der beiden „Freunde" ist der Krebs meist der handelnde Teil, indem er sich die Aktinie mit Hilfe seiner Scheren auflädt. Nur von einer Seerose der Westküste Südamerikas, Antholoba reticulata *Couthouy*, berichtet Bürger, daß sie recht energisch darauf aus ist, Anschluß zu finden. Es kann ein Schneckenhaus sein, in dem ein Einsiedler wohnt, meist aber ist die Krabbe Hepatus chilensis *M.-E.* der Auserkorene. Ins Aquarium gebracht, siedelten sich diese Aktinien zunächst auf Steinen des Bodens an. Nach fünf Tagen aber löste sich eine und stellte sich „auf den Kopf", so daß die Fußscheibe nach oben sah und die Tentakel auf den Steinen lagen. „Einige Stunden später hatte sich diese Aktinie mittels ihrer Fußscheibe an das Bein einer Krabbe geheftet und hielt dasselbe wie mit einer Zange so fest umklammert, daß der Krebs die Seerose mit sich schleppen mußte. Während der Nacht erklomm die Aktinie den Rücken der Krabbe." Hier bedeckt sie mit ihrer enorm ausgebreiteten Fußplatte die ganze Rückenfläche.

Sagartia parasitica *Couch* (Adamsia rondeletii *Chiaje*), die Schmarotzerrose (4 auf der Tafel bei S. 145), in gelblichem Kleid mit zwölf braunen bis purpurroten Längsstreifen und sehr zahlreichen (bis über 700) hellen Tentakeln, lebt in der Jugend immer allein und kann auf Seegrasblättern und Felsen genau wie ihre Gattungsgenossinnen (s. unten) auch ihre volle Größe erreichen (9 cm Höhe bei 4 cm Durchmesser). In der Regel aber trifft man die im Mittelmeer und Atlantischen Ozean in 40—80 m Tiefe vorkommenden Schmarotzerrosen auf den verschiedensten Schneckenhäusern, die wieder von verschiedenen Einsiedlern bewohnt sein können (z. B. Pagurus striatus, P. bernhardus, P. arrosor, Eupagurus excavatus, Clibanarius misanthropus u. a.). Manchmal sind es gleich mehrere, bis zu sechs oder sieben Stück, auf einem Haus, und dann sind sie hübsch ausbalanciert; rechts und links von der Mündung des Schneckenhauses sitzen die beiden größten, von annähernd gleichen Abmessungen, offenbar die beiden ersten, die sich in den Platz teilten und unter den besten Ernährungsbedingungen heranwuchsen. Zwischen Fußscheibe und Schneckenhaus scheiden sie häufig eine feine hornige Membran aus. Auch die Krebsarten sind durchaus nicht auf die Seerosen angewiesen; sie leben oft als richtige Einsiedler in ihren Schneckenhäusern oder suchen andere Gesellschaft, wie die des Schwammes Suberites (S. 89). Pagurus bernhardus z. B. treibt sich in der Uferregion immer allein herum, und erst von den Tiefen ab, in denen Sagartia auftritt, ist sein Heim „mit Rosen geschmückt". — Was die Schmarotzerrose „bewogen" haben mag, sich bei gegebener Gelegenheit ein Fuhrwerk

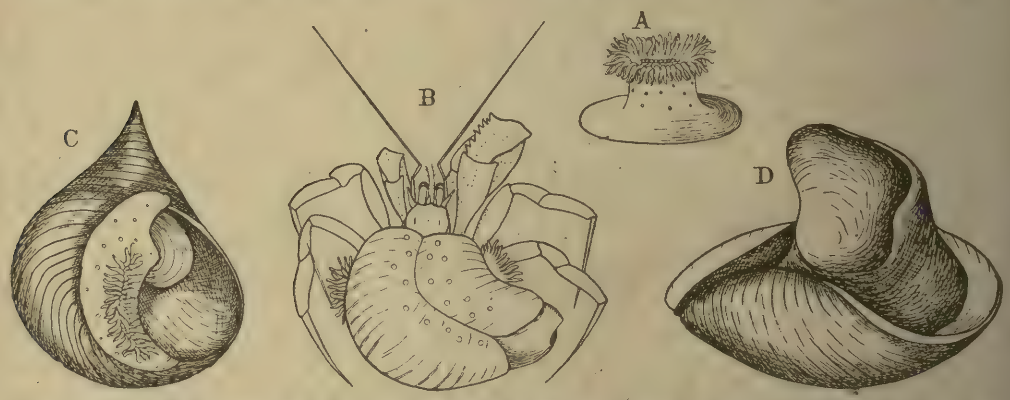
zuzulegen, ist schwer zu sagen. Jedenfalls ist der Krebs für sie nicht unbedingt lebensnotwendig, wie dies Einzellebende, Jugendstadien und die nächste Verwandtschaft beweisen. Vielleicht, daß die alten Tiere mit ihrer sehr großen Angriffsfläche dadurch etwas besser gesichert sind. Auch der Krebs findet in dieser Genossenschaft keinen lebenswichtigen Vorteil; alle die genannten Paguriden können sich völlig in die Tiefe ihrer Schneckenhäuser zurückziehen und sind dadurch ebenso genügend geschützt wie zahllose Stammesgenossen, die nie mit Aktinien zusammenleben.

Daß bei Sagartia ein festes Verhältnis zu den Einsiedlern erst angebahnt wird, zeigt die Art der ersten Begegnung. Im Verhalten beider treten offenbar bereits ererbte Instinkte auf, die eine Besiedelung des Einsiedlergehäuses erleichtern, aber sie sind noch nicht so ausgeprägt, daß das Ziel sicher und auf bestimmten Wegen erreicht wird. Die Kruster verschiedener Arten benehmen sich dabei nicht gleich, wenn ihnen eine Sagartia in den Weg kommt; genau untersucht sind daraufhin nur Pagurus striatus (von Faurot) und P. arrosor (von Brunelli). Beide legen der Aktinie die Beine um die Taille und beginnen äußerst zart auf und ab zu streicheln. Sagartia antwortet sonst auf jede Berührung wie auf einen „unangenehmen" Reiz: sie schließt die Tentakelkrone schnell und stößt ihre Nesselfäden aus kleinen Höckern, die in 1—2 Ringen auf der Körperwand stehen, heraus. (Das geschlossene Exemplar der Tafel bei S. 145 zeigt die ausgeschossenen weißen Fäden, das entfaltete Tier läßt die Höcker erkennen.) Aber dem Krebs gegenüber zieht sie die Tentakel zuerst nur ein wenig zurück, um sie bald wieder ganz ausstrahlen zu lassen; berührt dieser ein geschlossenes Exemplar, so öffnet es sich unter seinem Streicheln allmählich zu voller Blüte. Schließlich läßt der Krebs seine Glieder mehr und mehr über die untere Partie gleiten; darauf zieht sie die Fußscheibe langsam ein und läßt allmählich von der Unterlage ab. Es ist, als würde sie hypnotisiert und müßte sich dem „Willen" des Hypnotiseurs widerstandslos fügen. Die Mundscheibe mit den Tentakeln neigt sich auf das Haus des Einsiedlers, haftet da, und dann schlägt der Körper einen richtigen, aber ganz langsamen Purzelbaum, so daß die Fußscheibe am Schneckenhaus neuen Halt findet und sich anheften kann. Wenn der Krebs aber auf eine ausgebreitete Rose stößt, die nicht besonders festsitzt, so kann die Sache auch ohne seine Hilfe gehen. Sie setzt dann ihre Tentakeln einfach von selbst auf sein Haus und schlägt ihren Purzelbaum. Eine Verbindung kann auch zustande kommen, wenn sich Sagartia trotz aller zarten Bemühungen des Krebses aus irgendeinem Grunde nicht öffnet. Sie löst dann wenigstens die Fußscheibe, und diese bewerkstelligt die Übersiedelung allein; gerät die Seerose dabei an eine ungünstige Stelle, etwa auf die Unterseite des Schneckenhauses, wo sie sich nicht ausdehnen kann, dann muß sie wieder loslassen.

Weniger galant wird Sagartia von einem anderen der gepanzerten Ritter, dem Pagurus arrosor, behandelt. Zwar ist sie nach Brunellis Versuchen ihm gegenüber wenig schreckhaft und zieht die Tentakel bei der ersten Berührung nicht ein, höchstens wenn er allzu grob zufaßt. Hat sie dann unter seinem Streicheln losgelassen, so wird sie gepackt und derb gegen das Gehäuse gepreßt. Unter dem Eindruck dieses Reizes breitet sie die Fußscheibe aus und haftet.

Geradezu ans Wunderbare grenzt das Verhältnis einer anderen Sagartiide, der Adamsia palliata *Bohadsch* (Abb., S. 150) zu einem ganz bestimmten, „ihrem" Einsiedlerkrebs Eupagurus prideauxi. Hier sind zwei ganz verschiedene Organismen förmlich zu den Organen eines einzigen Körpers geworden. Die Aktinie — aus dem Mittelmeer und dem Atlantischen Ozean bekannt — lebt nur in ihrer allerersten Jugend allein. Mit einer sehr breiten, runden

Fußscheibe heftet sie sich da auf Steine, leere Schneckenhäuser und ähnliches und wächst bis zu höchstens 1 cm Höhe. Meist hat sie ein E. prideauxi schon vorher geholt; ob sie überhaupt freilebend größer werden kann, ist sehr fraglich. Der Krebs ist unter seiner streitlustigen Sippe einer der lebhaftesten und räuberischsten; keck und behend greift er jeden anderen an, der Beute gemacht hat, um sie ihm zu entreißen, und flieht mit gewandten Sprüngen, wenn er an einen stärkeren geraten ist. Dabei darf er natürlich keine große Schale haben. In eine solche könnte er sich zwar ganz zurückziehen, aber ihr beträchtliches Gewicht würde sein Marschtempo verlangsamen und seine Schreitbeine in ihren Bewegungen beschränken. So verschafft er sich nur kleine leichte Gehäuse von Schnecken aus den Gattungen Nassa und Natica, auch Murex und Scaphander, die seinen weichen Hinterleib völlig schützen, solange er klein ist. Die Kopfbrust aber, und je größer der Krebs wird, desto mehr auch der Hinterleib, bleiben vom Schneckenhaus ganz unbedeckt. Dafür hat er dann kein Gewicht



Adamsia palliata *Bohadsch*. Nach Faurot aus Pax, „Die Actinien" („Ergebn. u. Fortschr. der Zool.", hrsg. von J. W. Spengel, Bd. 4, Jena 1914). A) Freilebendes Jugendstadium. B) In Symbiose mit Eupagurus prideauxi. C) Erwachsene Adamsia auf einer Schneckenschale. D) Hornmembran von Adamsia, auf einer Schneckenschale abgeschieden.

zu schleppen, die Beine haben großen Spielraum, die Fühler, im Verhältnis zum Körper wesentlich länger als etwa bei Pagurus striatus, können den Raum nach allen Richtungen ungehindert erkunden; die Augen auf ihren großen beweglichen Stielen haben ringsum uneingeschränktes Sehfeld, auch nach hinten, wo sich Einsiedler mit großen Gehäusen oder mit Sagartien die Aussicht verbaut haben. Daß trotzdem Kopfbrust und Abdomen auch bei einem alten E. prideauxi nicht ungeschützt bleiben, dafür sorgt die treue Genossin, ohne die diese Art normalerweise nie gefunden wird.

Der „ledige" Krebs begegnet einer „ledigen" Adamsia. Sofort stürzt er auf sie los und packt mit den Scheren derb zu. Aber trotz der groben Behandlung macht die kleine Adamsia in der Regel nicht den geringsten Gebrauch von ihren sehr zahlreichen langen Nesselfäden, mit denen sie bei jeder anderen Störung sofort bei der Hand ist. Immerhin dauert es nach Faurots Versuchen mindestens 8—10 Minuten, bis sie sich von der Unterlage löst; sie wird dann auf das Schneckenhaus gesetzt und so lange angepreßt gehalten, bis sie haftet. Die Reize, die von einer Adamsia palliata ausgehen, sind für E. prideauxi äußerst stark und verdrängen bei ihm jeden anderen Eindruck. Hat einer ohne Adamsia erst einmal ein Exemplar dieser Seerose mit den Fühlern berührt, so gibt es kein Halten mehr. Im Aquarium mag man dann ihn immer wieder mit dem Glasstab von der Aktinie zurückschieben: unter anderen Umständen würde er sich in Verteidigungsposition setzen oder fliehen; jetzt

geht er nur von neuem auf die Aktinie los. Begegnet ein solcher „lediger“ Krebs, mag er ein Schneckenhaus besitzen oder nicht, einem „glücklicheren“ Genossen, auf dessen Haus eine Adamsia sitzt, so gibt's einen Kampf auf Tod und Leben. Ist der Angegriffene schwächer, so wird er aus seiner Wohnung herausgerissen und der Sieger nimmt seinen Platz ein. Am tollsten aber geht es her, wenn in ein Becken mit mehreren leeren Paguren eine Adamsia gesetzt wird. Der erste Krebs, der die Entdeckung macht, wird sofort von seinen Kumpanen angegriffen. Dann kommen auch die entfernter sitzenden aus allen Ecken heran, und wenn sich zwei nur unterwegs begegnen, fangen sie schon zu raufen an. Die Bewegungen sind beim Kampf um eine Adamsia viel hastiger und energischer als bei einer gewöhnlichen Streiterei um einen Futterbrocken. Auch dazu eilen gewöhnlich alle Einsiedler aus der Umgebung hinzu; anscheinend wirkt der Anblick der Kämpfer wie ein Reiz, der vom Futter selbst ausgeht. Und so scheint auch der Anblick der energischeren Bewegungen, wenn es um Adamsia geht, bereits dieselben Reflexe auszulösen wie diese selbst.

Ein einzelner Pagurus prideauxi muß die Adamsia mit den Tentakeln berührt haben, um auf sie „aufmerksam“ zu werden. Ein bloßes Sehen genügt nicht; wenn aber einmal eine Berührung stattgefunden hatte, dann sieht der Krebs sein Ziel auch. Unter mehreren Aktinienarten, die ihm dann zur Wahl gestellt werden, findet er Adamsia palliata sofort heraus. Wahrscheinlich sind es aber neben Berührungsreizen auch chemische Reize, die auf die Sinneszellen der Fühler wirken, denn auch in Stoff eingewickelte Aktinien vermögen den Krebs zu erregen.

Hat ein E. prideauxi seine Adamsia gefunden, so wird sie immer auf einer ganz bestimmten Stelle neben der Mündung des Schneckenhauses zum Anheften gebracht, so, daß sie unter dem Krebs hinter seinem Munde sitzt. Dort ist für sie die Möglichkeit zu wachsen sehr begrenzt. Mit dem Tentakelkranz sieht sie nach unten zum Boden. Nach hinten kann sie sich nicht krümmen; da ist die harte Schale und noch dazu die Stelle, wo sie am Boden reibt. Nach vorn aber stößt sie an die ewig tätigen Beine und Mundgliedmaßen des Krebses. Keinerlei Hindernis ist nur seitlich oben. Und nach den Seiten und nach oben wächst sie, indem sich ihr Körper in zwei Lappen rechts und links von der Mündung der Schale in die Höhe zieht, so daß die Fußscheibe halbmondförmigen Umriß erhält; die vorher runde Mundscheibe mit dem Tentakelkranz wird ebenfalls quer-oval in die Länge gezogen. Die beiden Fortsätze der Fußscheibe rücken höher und höher und kommen schließlich über dem Krebs miteinander in Berührung: die Adamsia hat einen Ring um ihren Kameraden gebildet, aus dem über ihm und an seinen Seiten sofort die langen Nesselfäden herausfliegen, wenn er berührt wird und zurückweicht; sie treten auch aus dem Munde hervor, der im Umkreis noch durch die Nesselkapseln der Tentakeln bewehrt ist. Für ihren Teil nimmt sie an den Mahlzeiten des Krebses teil, indem sie mit ihm „vom selben Tisch“ ißt. Ihr Mund ist von Anfang an gerade hinter dem seinen, und wenn er sich etwas zu Gemüte führt, braucht sie nur zuzulangen. Daß ihr der Krebs die besten Bissen zustopfen soll, ist eins der Märchen der älteren Beobachter, die überall im Tierreich menschliche Einsicht und menschliche Gefühle walten sahen.

Wächst nun der Krebs, so rückt sein Mund weiter, die Aktinie muß also auch weiter hinaus, von der Schneckenschale weg, damit sie etwas zu fressen hat. Da vermag nun ihre Fußscheibe die Unterlage aufzugeben und sich über den Schalenrand vorzuschieben. Sie bildet sich ihren Stützpunkt selbst, indem sie einen Schleim absondert, der zu einer zarten, aber zähen hornigen Membran erhärtet. Schließlich sitzt die Adamsia nur noch auf

dieser Hornmembran um den groß gewordenen Krebs herum. Das Schneckenhaus ist für beide lediglich die gemeinsame Anheftungsstelle, an der der Einsiedler gerade noch das Ende seines Hinterleibes verankert, und an dem die Hornunterlage der Aktinie ihren Ansatz findet. So baut Adamsia palliata dem Eupagurus prideauxi auch noch ein schützendes Haus um den Leib, gerade so biegsam, geschmeidig und leicht, wie es der lebhafte Bursche allein brauchen kann, und dabei doch fest genug. Auch Platz ist reichlich da. Manchmal können sich sogar noch Würmer und andere niedere Meerestiere im Raume zwischen Adamsia und Krebs ansiedeln, ohne daß dieser im Gebrauch seiner Gliedmaßen behindert ist. Daß er sich nicht völlig in ein festes Schneckenhaus zurückziehen kann, ist durch die gewonnenen Vorteile mehr als aufgewogen. Dazu braucht er nur selten oder überhaupt nicht umzuziehen und entgeht dadurch dem gefährlichsten Moment im Leben eines Einsiedlerkrebses (vgl. S. 623). Bei gelegentlichen Umzügen, die man im Aquarium beobachtet hat, werden die Aktinien natürlich mitgenommen. Daß der Krebs aber nochmals umzieht, wenn der Freundin die neue Wohnung nicht „behagt", ist wahrscheinlich eine irrtümliche Deutung. Die ganze Art der Vereinigung der beiden bedingt natürlich, daß sich Eupagurus prideauxi im Gegensatz zu seinen Vettern, die mit Sagartien zusammenhausen, nur mit einer Gefährtin begnügen muß und kann. Sehr selten und nur bei jungen Vereinigungen hat man zwei oder auch drei Adamsien an einer Schale gesehen.

Auch in der Färbung finden sich Beziehungen zwischen Aktinie und Krebs. Junge Adamsien sind einheitlich rosa. In der Symbiose aber wird die Grundfarbe hellgrau oder gelblichgrau in verschiedenen Tönen, die in der Helligkeit den benachbarten Krebsteilen entsprechen. Oben ist die Färbung am dunkelsten, himbeerrot, oft sogar vorwiegend tiefrot; die Flanken werden gegen die Mundpartie zu heller, und der eigentliche, flache Aktinienkörper ist oft fast elfenbeinweiß, trägt aber noch karminrote Flecke. Auch die Akontien harmonieren in ihrer Färbung etwas mit dem Farbenton der Oberfläche, obwohl sie in der Ruhe im Körper liegen; sie sind rosa, wenn dieser tiefrot, weiß, wenn er heller ist.

Mit dieser ganz einzigartigen gegenseitigen Abstimmung zweier Organismen in Körpergestalt und Instinkten sind die Möglichkeiten der Aktinien-Krebs-Symbiose noch nicht erschöpft. Manche Aktinien können Krabben und Einsiedlerkrebsen auch als Werkzeuge dienen. Sie werden in den Scheren gehalten und sind da natürlich eine vorzügliche Waffe für den Krebs; zugleich müssen sie ihm auch die Beute ihrer Tentakel als Nahrung überlassen.

Zu den nicht in Symbiose lebenden Sagartiiden zählen bekannte Arten, die man auch in den Seewasseraquarien häufig sieht: die schöne Witwenrose, Sagartia viduata *O. F. Müll.*, meist grauweißlich oder bräunlich, mit heller oder dunkler moosgrünen Längsstreifen, und bis 8 cm hoch und 2 cm breit, bewohnt das Mittelmeer und die atlantischen Küsten Europas; in die Ostsee dringt sie bis zur Kieler Bucht. Sie siedelt sich bald auf Steinen oder leeren Schneckenhäusern an, bald auf Seegras, bald im Sand. Wie die Schmarotzerrose verfügt sie über Akontien, die durch Poren auf kleinen, nur beim völlig ausgestreckten Tier sichtbaren Höckern ausgestoßen werden.

Die sehr ähnliche Höhlenseerose, Sagartia undata *O. F. Müll.* (troglodytes *Johnst.*), besitzt dieselbe Verbreitung, geht aber nicht ins Brackwasser der Ostsee; in der Nordsee ist sie stellenweise außerordentlich häufig. Meist lebt sie innerhalb der Gezeitenzone zwischen und unter Steinen, da, wo feuchter Schlamm und Sand oder kleine Wasserlachen bei Ebbe zurückbleiben. Ihre Färbung — olivenbraun bis olivengrün, häufig mit Längsstreifen — ist

so wechselnd, daß kaum zwei Individuen einander völlig gleichen. Von der Witwenrose unterscheidet sie sich durch eine B förmige schwarze Zeichnung am Grunde der Tentakeln auf der Mundscheibe und durch die bleicher als die Körperwand gefärbten Saugwarzen an den oberen zwei Dritteln des Körpers. Ebenfalls ein dankbarer Pflegling im Aquarium, hat sie schon über 50 Jahre in Gefangenschaft ausgehalten.

Auch das Seemannsliebchen oder die Sonnenrose, Heliactis bellis *Ellis* (s. Tafel „Hohltiere II", 9, bei S. 147), gehört hierher, eine reizende, lebhaft orangegelb, fleischrot oder bräunlich gefärbte Aktinie. Ihr schönster Schmuck sind die zahlreichen kleinen Tentakel (bis 700), deren äußerste Reihe vom stark gefalteten Rand der breiten Mundscheibe ausstrahlt. Manchmal wird ein einzelner Tentakel oder zwei, auch bis zu acht auf einmal, ganz enorm ausgedehnt, bis zu 8 und 10 cm Länge, so daß er ganz durchsichtig erscheint. Da es meist nach der Fütterung geschieht, dürfte die sonderbare Erscheinung vielleicht mit der Verteilung der Nährstoffe im Körper zusammenhängen (Heider). Der obere Teil des bis 9 cm langen Körpers trägt große weiße Warzen; über die untere glatte Hälfte ziehen meistens hellere Längslinien bis zur Basis. Wie die vorige Art schlüpft die Sonnenrose gern in Felsspalten und zwischen Steine. Mit dem dunklen und geschützten Wohnort steht im Einklang, daß sie sehr lichtscheu ist und sich nur im Dunkeln entfaltet. Dann genügt aber die geringste Erschütterung, und die kleine Sonne verschwindet. Zusammengezogen ist sie dem ungeübten Auge oft überhaupt nicht sichtbar, denn der Körper ist durch angeklebte Steinchen und Muschelfragmente der Umgebung völlig gleich gemacht. Im Neapeler Aquarium hat diese Art bis zu 20 Jahren ausgedauert; in den Nordseeaquarien ist sie ein nie fehlender Gast.

Noch mehr Tentakel, gegen 1000, besitzt die schönste Aktinie der deutschen Nordseeküste, die Seenelke, Metridium (Actinoloba) dianthus *Ellis* (s. Tafel „Hohltiere II", 11, bei S. 147), ein duftiges Büschel feiner Fäden über einer schlanken, ganz glatten Säule, die matt rotbraun, fleischfarben, lachsfarben, olivenbraun, orangegelb, rein weiß oder grauweiß gefärbt sein kann. Die Tentakel führen immer den Farbton des Körpers, nur zarter; oft können sie noch einen weißen Ring in der Mitte oder eine weiße Spitze haben; sie sitzen in 20 zierlichen Krausen auf ebensoviel Randlappen der Mundscheibe. Bei jungen Tieren ist die Mundscheibe noch glattrandig wie bei „gewöhnlichen" Aktinien, eine erwachsene Seenelke aber in der ganzen Pracht ihrer voll entfalteten Blüte auf dem bis 20 cm hohen Schaft bietet ein so wunderbares Bild, daß keine andere damit wetteifern kann. „Das Mittelmeer mit allen seinen Schätzen und das große Aquarium in Neapel vermögen nichts zu zeigen, was ihm an Eindruck und Schönheit gleichkäme", sagt Hartlaub mit Recht vom Seenelkenbecken im Helgoländer Aquarium.

Die Art ist wahrscheinlich kosmopolitisch; sie ist an der ganzen atlantischen Küste Europas sehr verbreitet und geht in der Ostsee bis zur Kieler Bucht; auch dem Mittelmeer fehlt sie nicht, wenn sie dort auch lange nicht so häufig ist wie in der Nordsee. Hier kommt sie namentlich in geringen Tiefen, bis etwa 20 m, vor, wird aber an der norwegischen Küste auch noch in über 100 m Tiefe getroffen. Exemplare aus größeren Tiefen sind meist rein weiß, die der oberen Wasserschichten in der Regel farbig getönt. Im Aquarium ist die Seenelke empfindlich und verlangt stets reines Wasser. Ist aber diese Bedingung erfüllt, so gelingt auch die Nachzucht. Die Eier werden im Hochsommer ins Wasser ausgestoßen; fing — nach Hartlaubs Beobachtung — im Seenelkenbecken eine weibliche Seenelke damit an, so folgten bald alle übrigen, und schließlich stießen die männlichen Exemplare solche Wolken von Sperma aus, daß das ganze Becken milchig getrübt war und die Nelken völlig

verhüllt wurden. Häufig kommt es auch zur Vermehrung durch „Laceration". Eine Aktinie kann zahlreiche Stückchen vom Rand ihrer Fußscheibe abschnüren, die alle zu neuen Tieren auswachsen und ihre Herkunft durch den gleichen Ton der Körperfarbe bekunden, die die Stammutter dieser „Familie" besitzt. Wie die anderen Sagartiiden verfügen auch die Seenelken über Akontien, die sie aus zahlreichen Öffnungen der ganz glatten Körperfläche auswerfen. Unter der Tentakelkrone, die sich völlig zurückziehen kann, geht ein Nesselpolster rings um den Körper.

Unserer Seenelke sehr ähnlich und ihr nahe verwandt (nach Andres sogar mit ihr identisch) ist das amerikanische Metridium marginatum *Lesr.*, berühmt als die Art, an der zahlreiche Forscher der Neuen Welt grundlegende Untersuchungen über das Verhalten der Aktinien anstellten. Die amerikanische Seenelke wird nur etwa 10 cm hoch, unterscheidet sich von unserer auch dadurch, daß auf der Mitte der Mundscheibe ein scharf umschriebener Raum von Tentakeln frei bleibt und der Nesselring nicht dicht unter der Mundscheibe, sondern tiefer sitzt. Sie lebt an der ganzen Ostküste Nordamerikas, von arktischen Breiten bis zum Kap Hatteras und von der Ebbelinie bis zu 170 m Tiefe; am Strand sitzen oft Hunderte an einem einzigen Felsen. Außer durch Laceration vermehrt sich die Art ungeschlechtlich auch durch Längsspaltung.

In der Familie der Schwimmaktinien (Minyadidae) treiben die ausgewachsenen Tiere frei im Plankton an der Oberfläche der tropischen Meere, auch noch im Mittelmeer. Sie schweben im Wasser mit Hilfe eines Luftbehälters, der geradezu an den mancher Staatsquallen erinnert: die Ränder der Fußscheibe werden im Laufe der Entwickelung nach unten gebogen und umschließen so einen Hohlraum, der nur noch durch eine kleine, mittels eines Ringmuskels verschließbare Öffnung mit der Außenwelt in Verbindung bleibt; er ist von einer schwammigen Masse erfüllt, deren Maschen Luft enthalten. So schwimmt der Organismus mit dem abgerundeten Fußende nach oben und mit den Tentakeln nach unten. Wie Velella und andere planktonische Oberflächentiere sind die Minyadiden blau gefärbt.

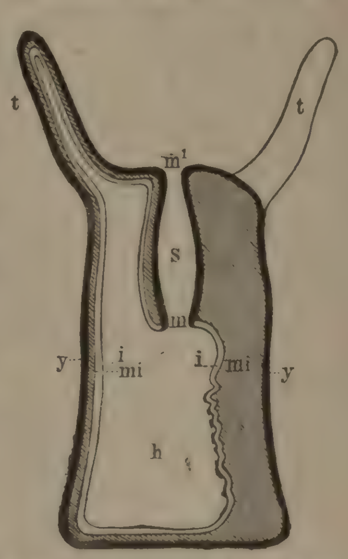
Riesen unter den Aktinien sind die von Haddon und Kent beschriebenen gewaltigen Stoichactis-Arten von der Westküste Australiens, flache Scheiben mit unzähligen Tentakeln, die auf Korallenriffen leben. Stoichactis kenti *Haddon* erreicht, nach Hickson, einen Durchmesser von 1—4 engl. Fuß (bis 1,20 m!). Bei ihr spielen Fische (Pomacentriden) zwischen den Tentakeln herum, schwimmen sogar in ihren Magen hinein; sie sind dadurch vor Nachstellungen vorzüglich geschützt, und der Aktinie führen sie durch ihre Bewegungen frisches Atemwasser zu. Vielleicht vermögen sie auch, nach Dofleins Vermutung, durch ihre grelle Färbung Beute anzulocken; angeblich schleppen sie sogar Nahrung für die große Seerose auf deren Mundscheibe und stecken sie ihr in den Mund. Duncker berichtet (nach Pax) von der nahen Verwandten Stoichactis haddoni *Kent*: „Die Seerose erreicht einen Durchmesser von 1 Fuß Länge (nach Kent bis 45 cm) und ist ausgestreckt stark gefältelt. Sie wurzelt in Löchern abgestorbener Korallenblöcke, in welche sie sich bei Berührung völlig zurückzieht. Ihre zahlreichen Tentakel haften sehr stark, nesseln dagegen nicht fühlbar. Nur in ihrer unmittelbaren Nähe findet man fast regelmäßig die sehr hübsch auf rotem, goldfischfarbigem Grund schwarz und weiß gezeichneten Fische (Amphiprion, wahrscheinlich auch Premnas), die sich bei jeder drohenden Gefahr zwischen die Tentakelmassen der Seerose zurückziehen. Hier vermögen sie sich völlig frei zu bewegen. Versucht man aber einen von ihnen aus der Tentakelmasse zu greifen, so haftet diese sogleich so fest an ihm, daß man

ihn nur herausschneiden oder entzweireißen kann. Sobald man dann die Hände von der Aktinie entfernt, erhält auch der Fisch seine freie Beweglichkeit wieder. Die Kontraktion der Aktinie findet auffällig langsam statt." Bei Stoichactis haddoni kommt außerdem häufig eine Garnele vor, bei St. kenti eine Krabbe, deren Färbung der der Fische ähnelt.

Zweite Ordnung:

Stein- oder Riffkorallen (Madreporaria).

Bei den Stein- oder Riffkorallen sind so ziemlich alle Unterschiede gegenüber den Aktinien durch die Ausbildung des Kalkskeletts bedingt. Vor dem Eintritt der Skelettentwickelung ist ein junger Korallpolyp noch ganz „Aktinie". Im Bau des Weichkörpers ist manches sogar einfacher: Wimperrinnen in der Schlundspalte fehlen, und für die Mesenterialfilamente sind keine besonderen Poren vorhanden, sondern sie werden bei der Verteidigung durch den Mund ausgestoßen oder brechen ohne weiteres durch die Körperwand; die Wunden heilen dann wieder zu, wenn sich die Fäden zurückgezogen haben. Schutzwaffen sind in der Hauptsache auch die in mehreren Kreisen sechszählig angeordneten Tentakel, die sehr häufig an ihren Enden Nesselknöpfe führen, wie bei Tubularia und anderen Hydroidpolypen. Wenn das Tier sich einzieht, werden sie nicht mit zusammengezogen, sondern nach innen eingestülpt; über der Mundscheibe kann sich dann, wie bei vielen Aktinien, die Körperwand mittels eines Ringmuskels zusammenschließen.



Korallpolyp, der Länge nach geöffnet. Schematische Darstellung nach Boas, „Lehrbuch der Zoologie", Jena. t Tentakel, m¹ Mund, s Schlundrohr, m Schlundpforte, h Gastralraum, y Ektoderm, mi Mesoderm, i Entoderm.

Mit Hilfe der Tentakel vermögen einige, wie Caryophyllia (s. unten), Beute zu fangen und gegen den Mund oder die Mundscheibe zu führen, von wo sie dann durch Schlingbewegungen des Schlundes oder durch Wimperschlag ins Innere geschafft wird. Unbrauchbares wird durch den Wasserstrom wieder herausgetrieben, der beim Zusammenziehen des Tieres entsteht. Daneben ist das auf der Oberfläche völlig bewimperte Tier auch Partikelfresser: die Wimpern auf der Mundscheibe innerhalb der Tentakel schlagen nach dem Mund hin und führen ihm alles zu, was auf sie fällt. Alle Wimpern außerhalb der inneren Tentakel aber arbeiten vom Mund weg; sie halten den Körper dadurch rein, namentlich wenn sich das Tier zusammengezogen hat, weil sie dann die nach außen gekehrte Fläche ganz einnehmen. Andere Riffkorallen, wie Fungia, sind, nach Duerden, ganz auf feinverteilte, im Wasser herniederrieselnde organische Substanz als Nahrung angewiesen. Bei diesen Polypen wird alles, was auf ihren Körper fällt, von einer dünnen, zusammenhängenden Schleimschicht festgehalten und eingehüllt. Der anfangs dünnflüssige Schleim wird nach und nach zu einer festeren Lage, die von Zeit zu Zeit in einzelnen Fetzen aufbricht. Vom Schlund ausgehende Wimperströme treiben sie samt eingebetteten Fremdkörpern vom Körper herunter: so bleibt die Mundscheibe sauber, auch schützt der Schleim vor Verletzungen. Sind aber Teilchen hineingeraten,

aus denen das Tier Nährstoffe ausziehen kann, so wird reichlicher Schleim ausgeschieden, dann der Wimperschlag umgekehrt und alles durch Schleimströme in den geöffneten Mund hineingetrieben. — Stanley Gardiner hat im Magenraum von Riffkorallen bloß ausnahmsweise tierische Reste gefunden, meist nur Algen. Bei der Armut des tropischen Planktons dürften sie nach Gravier die Grundlage für die Ernährung der Riffkorallen sein. Oft leben die Algen symbiotisch in den Geweben, wie bei Aktinien, Hydroiden und Schwämmen. Vielleicht besitzen auch bei manchen Korallen Farbstoffe, ähnlich dem Blattgrün der Pflanzen, die Fähigkeit, anorganische Stoffe zu assimilieren, wie dies ja auch für das Rot der Purpurrose vermutet wird (s. S. 145).

Gleich vielen Seerosen sind die Madreporarier in der Regel Zwitter und lebendgebärend. Die Jungen schwärmen als Wimperlarven aus und werden durch Gezeiten und Strömung verschleppt. So verbreiten sich die Arten über den Raum. Zur ungeheuren Vermehrung der Individuen an Ort und Stelle aber führt Sprossung und Längsteilung. Meist bleiben alle auf diesem Weg erzeugten Personen zusammen und bilden Kolonien von Hunderten und Tausenden von Einzeltieren, deren Skelette in den tropischen Meeren gewaltige Riffe bilden.

Die Anlage des Korallenskeletts erfolgt ähnlich wie bei den übrigen Anthozoen. Schon bei Aktinien sahen wir, daß von der Fußscheibe eine hornige Membran abgeschieden werden kann. So schafft sich auch der junge Korallpolyp zunächst nur eine solide Unterlage, aber aus kohlensaurem Kalk (in der Form des Aragonits). Bei der einfachen kalkigen Fußplatte bleibt es jedoch nicht. Allmählich erheben sich auf ihr senkrechte, radiär angeordnete, in der Mitte jedoch nicht zusammenstoßende Leisten, die „Sternleisten" oder „Strahlenplatten"; zuerst sind es sechs, dann treten weitere in sechszähliger Anordnung dazu. Diese Sternleisten drängen die Körperwand von unten vor sich her und lassen sie Falten in das Körperinnere hineinbilden, die *zwischen* den fleischigen Septen stehen, nicht, wie man früher glaubte, in ihnen enthalten sind. Bald erhebt sich, dem äußeren Boden der Sternleisten nahe, ein ringförmiger Kalkwall, die „Mauerplatte". Da diese Ringplatte aber wiederum nicht *in* der weichen Außenwand des Polypen, sondern *einwärts* von ihr entsteht, scheidet die Falte, die dadurch in die Gastralhöhle vorgeschoben wird, diese in einen innerhalb und einen außerhalb der Mauerplatte gelegenen Raum. Zu diesen wichtigsten Skelettelementen der Korallen kommen noch bei den einzelnen Gruppen in verschiedener Ausbildung sogenannte „Rippen", die die Sternleisten außerhalb der Mauerplatte fortsetzen, eine „Columella", die im Zentrum von der Fußplatte in die Höhe strebt, vertikale „Pfeiler" (Pali) vor den inneren Enden der Sternleisten, die Sternleisten transversal verbindende „Synaptikel", und durch Kalkausscheidung außen an der Basis der Leibeswand eine „Außenplatte" parallel der Mauerplatte, mit der sich die Enden der Rippen unter Durchbrechung der Leibeswand verbinden können, mit der sogar auch die Mauerplatte mehr oder weniger verschmelzen kann. Dieses ganze Skelett wächst ständig durch Anlagerung neuer Kalkschichten nach oben. Schließlich wird der von der Mauerplatte gebildete „Kelch" zu tief für den Weichkörper. Die Fußplatte scheidet dann einfach neuen Kalkboden aus, entweder auf den alten, so daß ein massiver Kalksockel unter dem Polypen in die Höhe wächst, oder es wird Baumaterial gespart und nur in gewissen Zwischenräumen ein neuer Querboden ausgeschieden. — Der Raum zwischen den einzelnen Kelchen im Skelett wird bei den einzelnen Gruppen in sehr verschiedenem Grade durch Kalk ausgefüllt; bei den sogenannten perforaten Korallen ziehen darin Kanäle von Kelch zu Kelch.

Bei der Vermehrung der Polypen durch Teilung trennen sich zunächst nur die Mundscheiben mit Tentakeln, Mund und Schlund. Hierauf sondern die in die Teilpolypen nachwachsenden Mauerplatten auch die Innenräume der Gastralhöhlen mehr und mehr voneinander, während natürlich die außerhalb der Mauerplatten gelegenen Außenräume immer noch in Verbindung bleiben. Diese Außenräume der Gastralhöhlen aber gehen in der Korallenkolonie dauernd von Tier zu Tier ineinander über, so daß selbst riesige Kolonien mit Kalkmassen von mehreren Metern Durchmesser normalerweise von einer geschlossenen Decke lebender Polypen überzogen sind.

Auch im Verhalten zeigt sich der lebendige Zusammenhang aller Polypen einer Kolonie. Wird einer von ihnen gestört, so zieht nicht nur er sich zusammen, sondern auch die ganze Nachbarschaft. Je stärker der Reiz, um so größer der Kreis, der in Mitleidenschaft gezogen wird. Wird eine Anzahl Polypen irgendwie zerstört, so lassen, nach Gravier, alle angrenzenden neues Gewebe hervorsprossen, das die Lücke wieder schließt. Ein „koloniales" Nervensystem ist anatomisch noch nicht nachgewiesen.

Es sind also nicht die „Gräber" und „Mausoleen" der Vorfahren, auf denen die Polypen der Riffkorallen gedeihen, wie man früher meinte, sondern sie sitzen als dünne Lage über ihren eigenen, nach und nach aufgetürmten Skeletten. Der Gründer und Stammvater einer Kolonie lebt inmitten einer Nachkommenschaft von vielen Generationen bis zu dem unglücklichen Zufall, der seinem Dasein ein Ende setzt. Bei dem riesigen Umfang der Kolonien einiger Arten muß er gelegentlich ein sehr hohes Alter erreichen können, das nach Gravier vielleicht nach Jahrhunderten zu zählen ist.

Für die Koloniebildung gelten bei jeder Art bestimmte „Wachstumsgesetze": entweder pflanzen sich alle Tiere einer Kolonie oder nur ein Teil davon ungeschlechtlich fort. Manche Arten bilden nur Knospen, andere haben nur Längsteilung. Eine Knospe entsteht nur an einer bestimmten Stelle des Mutterpolypen; bei Längsteilung schafft der Winkel, in dem die beiden neuen Tiere auseinanderstreben, ausgeprägte Artunterschiede.

Diese Wachstumsgesetze sind nun aber keineswegs ausschlaggebend dafür, wie eine Korallenkolonie aussieht. Alle die mannigfachen Formen, in denen Korallen auftreten: Krusten, klumpige Massen, Halbkugeln, Becher, frei ins Wasser ragende Platten, Gebüsche aus groben oder feinen Ästen, und ebenso die Oberflächenrippelung des ganzen Skeletts und die Menge der Füllmasse werden aufs stärkste durch die Lebensbedingungen am Standort einer Kolonie beeinflußt; danach variieren die Skelette innerhalb einer Art manchmal geradezu endlos.

Wie sich der Einfluß der jeweiligen Umgebung den Korallenstöcken aufprägt, hat Jones 1907 auf dem Atoll Cocos Keeling während 15 Monaten eingehend untersucht. Von allgemeinen Richtlinien bei der Entstehung einer Kolonie ist neben den ererbten Anlagen der Art, die in den Wachstumsgesetzen zum Ausdruck kommen, meist das Bestreben vorhanden, nach oben, dem Licht entgegen, zu wachsen. Dies ist bei Arten mit lebenswichtigen symbiotischen Algen unbedingt erforderlich, damit die nützlichen Gäste assimilieren können. Den Korallen, die im Schatten unter Klippen und Geröll mit den Mundöffnungen nach unten wachsen, fehlen die Algen. Allgemein suchen die Kolonien auch der vorherrschenden Wasserströmung eine möglichst große Fläche zu bieten und breiten sich im rechten Winkel dazu aus, obwohl sie dadurch Beschädigungen viel stärker ausgesetzt sind, denn Futter und Sauerstoff, die ihnen das Wasser zuträgt, werden um so vollständiger ausgenutzt, je größer die polypentragende Fläche ist, auf die es trifft. Sonst aber ist die Form einer Korallenkolonie ganz das Ergebnis der Bedingungen des Platzes, an dem sie sich zufällig angesiedelt hat.

In größeren Tiefen sehen Stöcke derselben Art völlig anders aus, als wenn sie in seichtem Wasser nahe an der Oberfläche gewachsen sind, und unter den Flachwasserformen unterscheiden sich die aus stillem Wasser ganz wesentlich von denen aus der Brandung. Lebensbedingungen, die zwischen diesen Extremen liegen, erzeugen auch Zwischenformen zwischen Tief- und Flachwasser-, Stillwasser- und Brandungskorallen. An geeigneten Plätzen lassen sich innerhalb einer Art lückenlose Übergangsreihen finden zwischen runden Blöcken, fladenförmigen Formen und flachen Krusten in der Wasserlinie der Riffe und dem üppig verzweigten Gebüsch feinster zerbrechlicher Äste aus dem spiegelglatten Wasser der Lagune. Verfolgt man die Art dann in die Tiefe, so werden die dünnen Äste spärlicher, sind kaum verzweigt und stehen weiter auseinander. Dafür werden sie reichlich länger, denn im Höherwachsen sind sie unten im Wasser nicht behindert, wohl aber oben bei der Berührung mit dem Wasserspiegel; hier kann sich die Kolonie nur durch Seitenäste vergrößern.

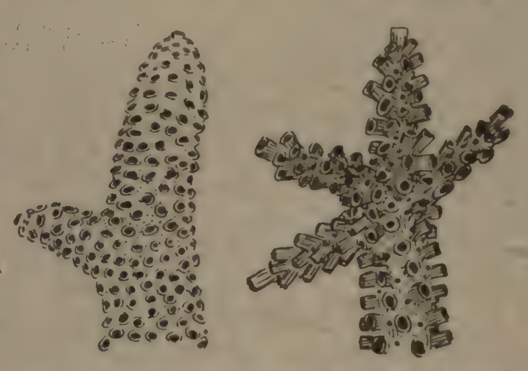


Drei verschiedene Wuchsformen einer Acropora-Art: a) im Stillwasser, b) in größerer Tiefe, c) im Bereiche der Brandung. Nach F. W. Jones („Proceedings Zool. Soc.", London 1907).

Außer der gestaltenden Kraft des bewegten Wassers haben auch Schlamm und Sand, die sich am Standort aus dem Wasser ablagern, großen Einfluß auf die Ausbildung des Korallenskeletts und damit das Aussehen der ganzen Kolonie (s. die Abb., S. 159). Wo solche Sedimente in größerer Menge niederfallen, ist Korallenleben überhaupt nicht möglich. Die niederfallenden Teilchen häufen sich in den Magenräumen an, und die stärksten Kolonien gehen daran bald zugrunde. Wenn aber der Niederschlag nur gering ist oder von Zeit zu Zeit sogar ganz aussetzt, dann hat die Koralle Zeit, sich umzuformen und dadurch gegen die Schädigung anzukämpfen. Es sind gerade die Kelche, die sonst die stabilsten und für die Artunterscheidung wichtigsten Merkmale liefern, die sich anpassen. Sie verkleinern sich, um dadurch die Schmutzmenge, die in ihre Polypen fallen wird, auf ein Mindestmaß zu verringern; sie springen höher über die allgemeine Oberfläche vor; gleichzeitig nimmt die Oberfläche der Füllmasse zwischen den Kelchen eine Rippelung an, um die festen Teilchen zurückzuhalten, die auf die Kolonie fallen. Dadurch wird das Ende der Kolonie jedenfalls hinausgeschoben. Auch die Wuchsform kann durch die niederrieselnden Sedimente berührt werden. Häufig sterben dadurch die obersten Polypen ab; dann wird sich die Form der Kolonie im weiteren Wachstum mehr und mehr abflachen müssen. Oder es gehen an beliebigen anderen Stellen kleine Bezirke zugrunde, und beim Größerwerden der übrigen Teile der Kolonie entstehen die wunderlichsten unregelmäßigen Gebilde, obwohl dieselbe Korallenart vielleicht in klarem Wasser eine ganz bestimmte Wuchsform hat.

Auch Pflanzenwuchs kann die Koralltiere schädigen und das Aussehen der Kolonien beeinflussen. Jeder Tang hält die Sedimente zurück und vermehrt dadurch ihre Anhäufung. Unmittelbar tödlich wirken Pilze und Algen, die die Kolonien anfallen und manchmal weite Strecken der Riffe veröden lassen. Ganz merkwürdige Bildungen verursachen auch die zahlreichen, im Riffkalk bohrenden Tiere. Die Röhren der Röhrenwürmer, die sich außen an den Kolonien ansiedeln, werden nach Graviers Beobachtungen von den Korallen umwachsen, und es erscheinen dann die sonderbarsten Wülste auf der Oberfläche der Skelette, an deren einem Ende sich der Wurm die Öffnung freihält. Allerhand Beulen und Wucherungen, „Korallengallen“, werden bei verästelten Kolonien durch kleine Krebse (Harpalocarcinus marsupialis *St.*) verursacht. Sie siedeln sich auf einem Korallenzweig an und werden bis auf einen schmalen Spalt völlig von der Koralle umschlossen; durch diese Öffnung strudeln sie sich mit ihren Gliedmaßen Nahrung und Atemwasser zu und verhindern damit zugleich, daß sich ihre Behausung völlig schließt.

So können aus allen möglichen Gründen aus den Larven eines einzigen Korallpolypen die äußerlich verschiedensten Korallenstöcke entstehen. Die Systematik der Korallen ist dadurch natürlich sehr erschwert. Da auch seit jeher fast nur Skelette in die Museen und zur Untersuchung kamen, entstand ein Wust von „Arten“, mit denen jetzt langsam aufgeräumt wird, nachdem man die ungeheure Veränderlichkeit und Elastizität von scheinbar so starren Kalkgebilden erkannt hat und anfängt, die „Variationsbreiten“ der Arten zu studieren.



Acropora pulchra in klarem Wasser (links) und bei Sedimentation (rechts). Nach F. W. Jones („Proceedings Zool. Soc.“, London 1907).

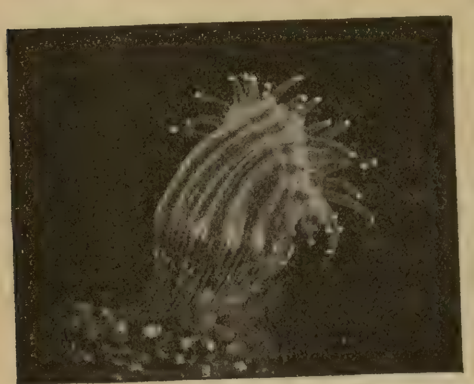
Auch die Färbung der lebenden Kolonien kann dem Sammler oft keinerlei Fingerzeig geben, welche Art er vor sich hat. Die Polypen schimmern in den prachtvollsten Farben, doch finden sich von einer Art oft nebeneinander braune, gelbe, purpurfarbige, violette Exemplare; in einer einzigen Kolonie können die oberen Tiere lebhaft grün sein, während die an den Seiten braun und die an der Basis fast ungefärbt sind (Gravier). Tiefenformen haben meist keine ausgesprochene Farbe oder sind nur schwach gefärbt.

Genauere Kenntnis der Weichkörper haben wir erst für verhältnismäßig wenig Arten, hauptsächlich durch Duerdens Arbeiten. Auch über die Lebenserscheinungen wissen wir nur sehr wenig, namentlich was die tropischen Arten angeht. Hier können nur ein paar der wichtigsten aus der ungeheuren Artenfülle der Madreporarier Platz finden. Die „Imperforaten“, bei denen die Mauerplatte nicht von Poren durchbrochen ist und auch die Füllmasse, wenn sie überhaupt vorhanden ist, keine Öffnungen zeigt, seien, wie üblich, vorangestellt.

Erste Unterordnung: **Imperforata.**

Zu den einfachsten Imperforaten gehören die kleinen Caryophyllia-Arten, die Kreiselkorallen, einzeln lebende Korallpolypen mit charakteristisch kreiselförmigem Kelch, die schon in den Meeren der Kreidezeit gelebt haben. Caryophyllia clavus *Scacchi*, die im Mittelmeer, im Atlantischen und Indischen Ozean aus Tiefen von 40—2500 m bekannt ist, erreicht 35 mm Höhe und 23 mm Durchmesser. Das untere, fast spitze Ende setzt sich auf Muschelschalen

oder kleine lose Steinchen; oft ist die Unterlage so leicht, daß sie mit der schweren Koralle umkippt und diese von jeder Strömung weitergerollt werden kann. Der Polyp ist außerordentlich zart und wird fast völlig durchsichtig, wenn er sich voll entfaltet. Er erhebt sich dann um ein beträchtliches Stück (1 cm bei 2—3 cm Kelchhöhe) über den ovalen Kelchrand. Das matte Hellbraun oder warme Dunkelbraun des anmutigen Körpers wird dabei viel blasser und feiner, auch können sich die Farben in Bänder verteilen; kaum zwei Polypen gleichen einander in der Färbung. Bei manchen Exemplaren treten prachtvoll smaragdgrüne oder metallgrün glänzende Reflexe in der Umgebung des Mundes und am Grunde der Tentakel auf. An den wasserklaren Fangarmen, die je nach ihrem Alter verschieden lang sind, heben sich an den Enden weiße Nesselknöpfe ab, und über ihre ganze Oberfläche sind feine weiße Flecken, ebenfalls Anhäufungen von Nesselkapseln, zerstreut. Die Schwärmlarven kommen im Golf von Neapel, nach v. Koch, von Mai bis Anfang Juli aus dem Mund des Muttertieres. Sie treiben sich, wie Lacaze feststellte, nur kurze Zeit frei herum und siedeln sich in der Nähe der alten Tiere an, häufig mehrere auf einem Steinchen. Gelegentlich nehmen sie auf der Mauerplatte der Alten Platz, so daß es aussieht, als wären sie daran geknospt; manchmal setzen sie sich auch in die Kelche abgestorbener Tiere der gleichen Art. Ob ungeschlechtliche Vermehrung bei Caryophyllia vorkommt, ist nicht bekannt. Im Seewasseraquarium halten sie jahrelang aus (s. auch S. 155).



Caryophyllia clavus *Scacchi*. Nach Joubin („Bull. Mus. Océangraph. Monaco" 66).

Ebenfalls Einzeltiere sind die **Fächerkorallen** (Gattung Flabellum *Less.*). Der Kelch, dessen Wand von einer Außenplatte, nicht von einer Mauerplatte gebildet wird, ist in einer Ebene stark in die Länge gezogen und mehr oder weniger flachgedrückt. Bei einem Exemplar des weltweit verbreiteten Flabellum pavoninum *Less.*, das die Deutsche Tiefsee-Expedition bei Sumatra in 470 m Tiefe fischte, erreichte die ovale Kelchöffnung 93 mm in der langen Achse, bei nur 43 mm in der kurzen. Von der Seite gesehen sieht das Skelett wie ein kleiner Fächer aus. Interessante Beobachtungen über die Fortpflanzung der Fächerkorallen machte Semper auf den Philippinen bei einer Art, die im ganzen Indischen Ozean vorkommt, F. rubrum *Q. G.* var. stokesi *E. H.* Die Schwärmlarve wächst zu einem gestielten, mit zwei seitlichen Dornen versehenen Kelche heran (B); darin entsteht eine Knospe, die zunächst mit der Mutter noch so innig zusammenhängt, daß beide scheinbar ein Tier (C) bilden, das sogar einmal als besondere Art beschrieben wurde. Schließlich fällt die Knospe ab (D) und lebt, ohne festzuwachsen, in einer Felsspalte oder irgendeinem anderen Schlupfwinkel weiter, in den die Strömung sie getrieben hat. Mit der aus ihren Geschlechtsprodukten hervorgehenden Larve beginnt der Generationswechsel von neuem. Die vorherrschende Farbe dieser Art ist ein schönes, intensives, aber durchscheinendes Rot; über die Mundscheibe ziehen fast immer zwei breite dunkelrote Bänder, welche bei hellen Exemplaren deutlicher hervortreten.

In höhere Breiten hinauf gehen zwei Vertreter der Familie der **Oculiniden** oder **Augenkorallen**, die nicht mehr einzeln leben, sondern bis 60 cm hohe, reichverzweigte

Büsche am Meeresgrund in etwa 200—1700 m Tiefe bilden. Lophelia (Lophohelia) prolifera *Pall.* (s. Tafel „Hohltiere III", 4, bei S. 162) wird im Mittelmeer an vielen Stellen gefunden; sie kommt auch im Indischen Ozean vor und geht im Atlantik von Tristan da Cunha bis zur norwegischen Küste. Die annähernd zentimeterbreiten Kelche sind im Skelett so tief, daß unten kein Boden sichtbar wird, sondern nur die Septen zusammenzulaufen scheinen; zwischen den Kelchen liegt glatte, weiße Füllmasse. Die Form der Büsche ist sehr unregelmäßig; häufig verschmelzen die Äste miteinander, und die Kelche halten keine besonders ausgeprägte Ordnung ein. Dazu wird alles, was mit den Kolonien in Berührung kommt, Schnecken, Muscheln, Kreiselkorallen, Seeigelstacheln, Wurmröhren usw., umwachsen, so daß größere Stöcke im Aussehen ungeheuer abändern. Auf den Stöcken siedeln sich verschiedene festsitzende Meerestiere, darunter, nach Kiaer und Wollebaek, ganz regelmäßig bestimmte Charakterformen einer „Lophelia-Fauna" an. Die Polypen der Art, die sich in der Gefangenschaft schwer entfalten, sind leicht gelblich und fast ganz durchsichtig; der Farbton verstärkt sich im Mundfeld und an den Septen, die durch die Körperwand hindurchschimmern.



Fächerkoralle, Flabellum rubrum *Q. G.* var. stokesi *M. Edw. et H.* Nach Semper. Natürliche Größe.

Noch viel zarter sind die Farben bei dem „Corallium album" der alten Pharmazie, der Weißen Koralle, Amphelia (Amphihelia) oculata *L.*; gegen das blendendweiße Kalkskelett sind die ausgestreckten Tiere infolge ihrer außerordentlichen Durchsichtigkeit einfach nicht zu sehen. Nach Lacaze halten sie über zwei Monate im Aquarium aus und entfalten sich leichter als Lophelia. Sie haben dieselbe Verbreitung wie diese, leben auch genau so und siedeln sich sogar oft auf deren Skelett an. Abgesehen von der anderen Anordnung der Sternleisten bleiben die Kelche kleiner und die Kolonie wächst, wenn sie ungestört gedeihen kann, sehr niedlich nach bestimmtem Gesetz: als wäre ein zusammenlegbarer Metermaßstab so auseinandergeklappt, daß die einzelnen Dezimeter Winkel von 80 bis 95° einschließen. An jeder Ecke sitzt ein Polyp; häufig verschmelzen die Äste, die in verschiedener Richtung wachsen, unregelmäßig miteinander. Auch diese Koralle kann ganze kleine Museen in sich einschließen.


Weiße Koralle, Amphelia oculata *L.* Nach v. Marenzeller („Wissensch. Ergebn. der Deutschen Tiefsee-Exped. auf der ‚Valdivia'", Bd. VII).

Zu der großen Familie der Sternkorallen (Astraeidae) gehören hauptsächlich koloniebildende Arten, bei denen die Füllmasse zwischen den Kelchen stark zurücktritt. An den südeuropäischen Küsten lebt die Rasenkoralle, Cladocora cespitosa *L.* Die Kolonien sind Büschel einzelner, röhrenförmiger Kelche von etwa ½ cm Durchmesser, die ohne jede

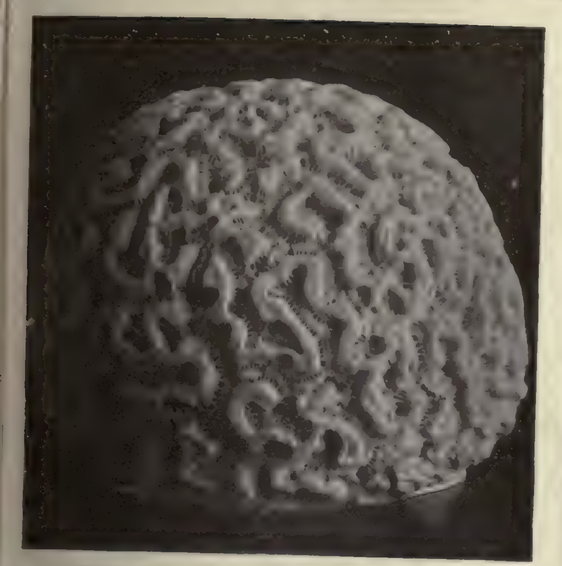
Füllmasse zusammenhängen; sie entstehen, indem am Grund des ersten, aus der Larve hervorgegangenen Polypen Knospen sprossen, die parallel der Mutter in die Höhe wachsen; diese lassen dann selbst wieder Knospen entstehen. An manchen Stellen wuchern die Rasenkorallen ganz außerordentlich und bedecken Flächen von 100 und mehr Quadratmetern; sie leben zwischen etwa 18 und 600 m Tiefe. Die Polypen sind hübsch dunkelbraun, mit helleren Tentakeln. Wenn das Tier sich zusammenzieht, strömt, nach Heiders Beobachtung, das im Magenraum enthaltene Wasser, wie bei vielen Aktinien, aus den weißen Tentakelspitzen aus. Auch daß die abgeschnittenen Polypen mit Hilfe der Tentakel zu kriechen vermögen, erinnert an die „Weichkorallen“. Im Aquarium hält sich Cladocora gut, doch bleichen die schönen Farben langsam aus. Außer vom Mittelmeer ist die Gattung auch von Madeira und aus Westindien bekannt und fossil schon in der Jurazeit vertreten.

Andere Sternkorallen vermehren sich statt durch Knospen durch Längsteilungen, bei denen die Kelchwände der neuen Individuen dicht aneinander stehen können. Es braucht sogar nicht einmal mehr zu einer völligen Trennung im Skelett zu kommen; die Weichkörper können gesondert sein, aber die Kelche darunter fließen mit ihren Hohlräumen zusammen; schließlich reihen sich auch die Tentakel und Septen nicht mehr in regelmäßig sechszähliger Anordnung um die Mundöffnung und die Hauptachse. Wie dieser „Mäandertypus“ im Skelett aussieht, zeigt die Abbildung (1 auf der Tafel „Hohltiere III“) des Neptungehirnes oder der Hirnkoralle, Diploria cerebriformis *Lam.*, die in Westindien und auch im Indischen Ozean (?) auftritt. Gleich den Furchen und Windungen auf der Oberfläche eines Menschenhirnes laufen gewundene „Täler“ zwischen „Höhen“: Reihen zusammenlaufender Kelchhöhlen mit ihren Sternleisten zwischen den verschmolzenen Seitenwänden der Kelche. Die Polypenmäuler erheben sich in Ketten über den Tälern, und die Tentakel stehen wie Fransen an den Seiten. Hickson meint, daß man da überhaupt nicht mehr von einer Kolonie sprechen könne, sondern von einem Tier, das in eine beträchtliche Anzahl unvollständig abgetrennter Teile zerfallen ist. Die prachtvollen bunten Farben der lebenden Maeandra-Arten lassen die gelben Stücke auf unserer Farbentafel (bei S. 168) links ahnen.

Zweite Unterordnung: **Fungaceae.**

Von den Imperforaten unterscheidet sich die zweite große Gruppe, die der Fungaceen, durch den Besitz von „Synaptikeln“, kalkigen Querbälkchen, die die Sternleisten des Kelches untereinander verbinden. Auch hier gibt es koloniebildende Formen, die manchen Sternkorallenkolonien äußerlich völlig gleichen.

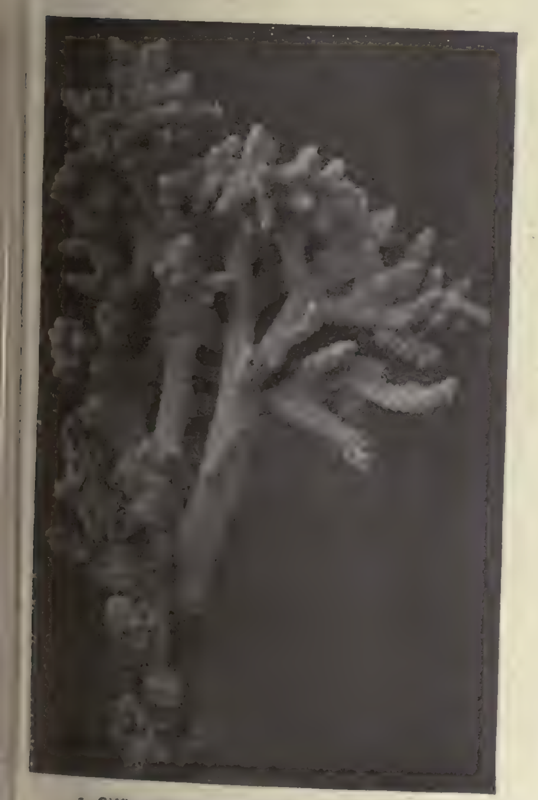
Viel bekannter aber sind Einzelkorallen, die charakteristisch geformten Pilzkorallen der Gattung Fungia *Dana*. Ihr Skelett sieht fast aus, wie der Hut eines Champignons von unten betrachtet: auf einer rundlichen oder ovalen, meist leicht emporgewölbten Platte, die bei der auf der Tafel „Hohltiere III“ (Fig. 2) abgebildeten Fungia fungites *L.* bis 30 cm Durchmesser erreichen kann, stehen von der Mitte nach allen Seiten senkrechte Lamellen. Es sind die Sternleisten, und der Boden, worauf sie stehen, ist die hier nicht kelchförmige, sondern ganz flach ausgebreitete, ja sogar nach abwärts heruntergebogene Mauerplatte, die nur mit ihrem freien Rande den Untergrund berührt. An ihrer (jetzt unten gelegenen) „Außenseite“ verlaufen, wie an den aufrechten Kelchwänden anderer Korallen, feine Rippen, die mit verschieden ausgebildeten Stacheln dicht besetzt sind. Der Polyp zu diesem Gehäuse hat sehr zarte Weichteile, die bei manchen Arten schön grün (s. die Farbentafel bei S. 168, links unten), bei anderen dunkelbraun gefärbt sind, und besitzt zahlreiche lange Tentakel mit weiße



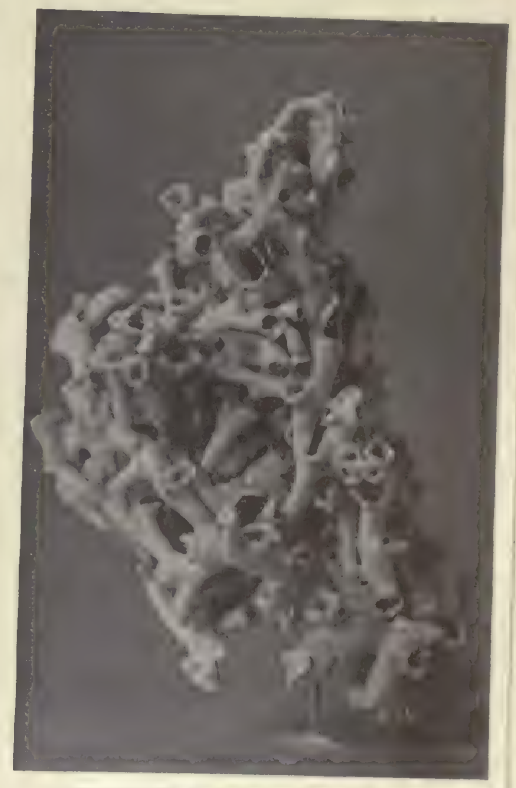
1. Hirnkoralle, Diploria cerebriformis *Lam.* S. 162.
Nach Photographie.



2. Pilzkoralle, Fungia fungites agariciformis *Zam.* S. 162.



3. Riffkoralle, Acropora varia *Klzgr.* S. 165.



4. Augenkoralle, Lophelia prolifera *Pall.* S. 161.

Abb. 2 – 4 Photographien von Werner & Winter in Frankfurt a. M. nach Exemplaren im Zoologischen Museum der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft.

5. Teil vom Großen australischen Barriereriff bei tiefer Ebbe, nach Saville Kent. Hauptsächlich Acropora hebes, vorn rechts ein Strauß von Acropora australis, hier und dort einige massivere Asträazeen. S. 171.

6. Teil vom Großen australischen Barriereriff bei Port Denison, mit Milleporen und Alcyonazeen. Nach Saville Kent. S. 171.

Beide Bilder aus Saville Kents Werk „The Great Barrier Reef of Australia". London 1893.

Endknospen. Der ausgestreckte Weichkörper überdeckt das Skelett völlig; schrumpft er aber auf einen Reiz hin zusammen, so verschwinden die hübsch gefärbten Gewebe langsam zwischen den Lamellen bis auf einen dünnen Überzug über den Kanten der Sternleisten. Hand in Hand damit geht, nach W. Jones, „in seltsamer Welle“ ein allmähliches Ausbleichen der Farben, so daß schließlich ein lebloser Steinbrocken im Wasser zu liegen scheint. — Die Fortpflanzungsverhältnisse ähneln denen der Fächerkoralle. Aus der Schwärmlarve entsteht eine kleine kelchförmige Koralle (Anthoplast), die durch seitliche Knospung ein schwach verzweigtes Stöckchen liefert (Anthocormus, rechts unten auf der Farbentafel). Dessen Kelche verbreitern sich und flachen sich zu kleinen Fungien ab, die sich von ihrem Stiel abschnüren; aus dem Stumpf wächst ein neuer Fungienkelch nach. Die kleine Fungia aber bleibt da, wo sie von den Wellen hingetragen wird, frei liegen; die Lücke in der Mitte ihrer Skelettplatte, wo sie sich vom Anthocormus löste, schließt sich durch frisch abgelagerten Kalk, und die Koralle wächst zur Geschlechtsreife heran. Außer durch Anthoblastenbildung vermögen sich die Pilzkorallen auch durch Knospen ungeschlechtlich fortzupflanzen. Wie bei anderen Krallen wachsen diese an der Seitenwand heraus, bei den Fungien also an der Unterseite, wo man sie gelegentlich noch mit der Mutter verbunden sieht. Wahrscheinlich werden sie früh selbständig. Vielleicht können solche Knospen auch im Kelch entstehen; nicht zu verwechseln sind damit Larven, die auf der Mutterkoralle oder auf Nachbarn zu Anthoplasten aufwachsen. Schließlich vermögen sich die großen Polypen auch noch zu teilen, indem sich Sektoren aus der Scheibe herauslösen und wieder zu ganzen Tieren auswachsen.



Anthocormus einer Pilzkoralle (Fungia). a Narbe, an der sich eine scheibenförmige Fungia abgelöst hat, b Trennungsfurche vor dem Abfallen einer Knospe. Nach Semper.

Pilzkorallen leben nur in den tropischen Teilen des Indischen und Stillen Ozeans; einzelne Arten können da über ein gewaltiges Gebiet verbreitet sein, wie Fungia fungites, die von Mosambik bis Tahiti geht. Sie sitzen in flachem Wasser bis zu etwa 80 m Tiefe zwischen den festgewachsenen Riffkorallen und sind so davor bewahrt, durch stärkere Wellen verschleppt zu werden. Manchmal treten sie in ungeheurer Menge auf. Auf die verschiedenen Lebensbedingungen, wie sie vor allem die Strömungsverhältnisse am Standort mit sich bringen, haben die einzelnen Arten durch die vielfältigsten Abänderungen in der Gestalt und Größe der Scheibe, der Lappung ihres Randes, der Höhe, dem Verlauf, der Zahl, der Dicke und der Bezahnung der Septen, der Form der Rippen und ihrer Stacheln geantwortet. Döderleins Untersuchungen darüber führten zu einer bedeutenden Verringerung der früher beschriebenen Fungia-„Arten“.

Dritte Unterordnung: **Perforata.**

Die wichtigsten Riffbildner gehören zur Unterordnung der Perforaten, bei denen Öffnungen in den Kelchwänden vorhanden sind; sie führen in ein Netzwerk von Gängen innerhalb der Füllmasse, die von lebendem Gewebe ausgekleidet werden und die Polypen untereinander verbinden.

Hierher zählen fast ausschließlich koloniebildende Formen aus den tropischen Meeren. Einige finden sich auch noch im Mittelmeer, so Dendrophyllia ramea *L.* (Abb., S. 164), die am Grunde des Meeres große Bäume mit prächtig gelben Polypenblüten bildet. Lacaze

berichtet von einem Skelettstrunk mit zerbrochenen bis schenkeldicken Ästen, von etwa 1 cbm Umfang, den Korallenfischer in La Calle an der Küste von Algier heraufgebracht hatten. Die Skelette, die man in Museen sieht, haben meist nur eine Höhe von ½ m, und die stärksten Äste sind einige Zentimeter dick. Alle Kalkteile sind fein gerippelt; die Kelche werden bei ½ cm Durchmesser bis 8 cm tief.

Feurig orangerot leuchten an den Felsküsten des Mittelmeeres in geringen Tiefen die Kolonien von Astroides calycularis *Pall.*, die schattige Stellen der Klippen wie ein Blütenteppich überziehen kann. Die Kelche sitzen Seite an Seite, sind aber nur an ihrem Grund, selten auch an den Seitenwänden miteinander verschmolzen. Die Verbreitung erfolgt durch Schwärmlarven, die man im Sommer in der Nähe der Kolonien massenhaft mit dem Planktonnetz erbeuten kann. Im Aquarium schweben sie, nach Lacaze, bis zu zwei Monaten frei im Wasser herum, im Meere scheinen sie länger in der Mutter zu bleiben und kürzere Zeit zu vagabundieren. Fällt in diesen Zeitraum noch ein Schirokko mit seiner Schwüle, so ziehen sie sich wie ermattet zusammen und setzen sich sogleich fest. Im Neapeler Aquarium ist eine ganze Grotte mit einem dichten Astroides-Rasen besetzt, in der sonst nur noch ein paar kleine, goldfischfarbene Fischarten gehalten werden: ein geradezu märchenhaftes Bild in Rot und Gold. — Mit einer japanischen Astroides-Art von ähnlichem Kolorit fand Doflein übrigens einen gleichfarbigen Fisch regelmäßig vergesellschaftet, der für Verfolger unsichtbar wird, wenn er sich zwischen die Polypen flüchtet.



Dendrophyllia ramea *L.*, Endzweig einer lebenden Kolonie. Natürliche Größe.

Nach Häufigkeit und Formenfülle nehmen die Arten der Gattung Acropora *Ok.* (Madrepora *Lam.*) in den Korallriffen den ersten Platz ein. Auch bei ihnen sind die Polypen oft durch prächtige Färbung ausgezeichnet. Die Zweigenden der Acroporenkolonien im australischen Barriereriff erglänzen, nach Saville Kents Schilderung, in Smaragdgrün, Violett und Rot; bei der Acropora muricata *L.* der westindischen Riffe sind sie, nach Duerden, heller oder dunkler braun, gelb, grün und orange, Farben, die durch symbiotische Algen in den Geweben bedingt werden. Die Veränderlichkeit der Formen ist ganz unglaublich und lediglich abhängig von den örtlichen Bedingungen: allgemein entwickeln sich die Stöcke oben in der Brandung fast nur zu Krusten mit kurzen, stumpfen Fortsätzen, etwas tiefer dann zu einem Gewirr kurzer, reichverzweigter Äste, und ganz unten im stillen Wasser entstehen schlankere Zweige (vgl. die Abbildung auf S. 158). Wird durch den Wogenprall einmal ein Ästchen abgerissen, so vernarbt die Wunde rasch, und das Stückchen vermag sich, wenn es günstig fällt, irgendwo aufzupfropfen, sogar eine Brücke zwischen zwei Ästen zu bilden.

Da diese Korallen infolge der Porosität ihres Skeletts wesentlich weniger Kalkmasse anzusammeln brauchen als die Imperforaten, wachsen sie verhältnismäßig schnell; verzweigte Stöcke gehen, nach Jones' Berechnung, im Jahr etwa 9 cm in die Höhe. Vielleicht hat eben dieser Vorteil den Perforaten zu ihrer heutigen Herrschaft in den Riffen verholfen. Die Kelche erheben sich bei vielen Acropora-Arten über die allgemeine Oberfläche; bei verzweigten Formen sind sie meist schräg gerichtet, so daß die Tiere nicht von der Oberfläche der Zweige senkrecht abstehen, sondern in spitzem Winkel zur Zweigachse nach oben sehen. Die zahllosen kleinen Polypen können sich so vollständig in die Kelche zurückziehen, daß mit bloßem Auge kaum etwas von ihnen zu entdecken ist. Dabei drückt sich auch das sie verbindende weiche Gewebe in die Poren und Furchen der Füllmasse hinein; es hebt sich wieder ganz merklich, sobald sich die Tiere ausdehnen. Zwischen dem Polypen an der Spitze eines Zweiges, dem „ältesten" (s. S. 157), und den jüngeren, seitlichen, hat Duerden einen auffallenden Unterschied beschrieben (bei A. muricata *L.*). Die Spitzenpolypen sind größer, äußerlich völlig radiär symmetrisch ausgebildet und haben nur sechs lange, fingerförmige Tentakel; der Durchmesser der Mundscheibe mit den Tentakeln beträgt bis zu 6 mm. Die seitlich an den Ästen sitzenden Polypen aber sind kleiner und haben zwölf Tentakel, sechs größere und sechs kleinere, die, miteinander wechselnd, in einem Kreise um den Mund stehen; von den sechs größeren Tentakeln ist der der längste, der bei den schräg zur Zweigachse gestellten Polypen am meisten von dieser entfernt ist und dadurch den weitesten Spielraum hat. Infolgedessen erscheinen die seitlichen Polypen nicht mehr so genau radiär wie die an der Spitze; zwischen beiden Polypenformen finden sich Übergänge. Die auf der Tafel „Hohltiere III" als Fig. 3 abgebildete Acropora varia *Klzgr.*, die ihrem Artnamen alle Ehre macht, hat Klunzinger aus dem Roten Meere beschrieben. Korallenarten in ihrem Stil sind weitverbreitet; „ob sie zusammengehören, werden spätere Untersuchungen ergeben" (Marenzeller).



Porites furcata *Lam.* A) Zweig einer Kolonie in natürlicher Größe, B) zwei vergrößerte Kelche von oben. In Anlehnung an Cuvier.

Den Acroporen erwächst auf den Riffen scharfe Konkurrenz um den Lebensraum durch die Poritiden, deren Skelett noch leichter und sparsamer gebaut ist, ohne daß seine Festigkeit darunter leidet. Füllmasse fehlt gänzlich; die einzelnen Kelche sind derart verschmolzen, daß sich ihre Wände selbst unter dem Mikroskop nicht abgrenzen lassen. Von den Mauerplatten ist nur ein zartes Netzwerk vorhanden, so stark ist das Skelett „perforiert". Auch die Sternleisten sind vielfach durchbrochen und zu dünnen Bälkchen reduziert; die gelappten Enden der fünf Pfeiler, die nach innen vor ihnen stehen, und den aufgelösten Kelchrand läßt unsere Abbildung gut erkennen. Ausgestreckte Polypen ragen beträchtlich über das Skelett in die Höhe; sie scheiden enorme Mengen von Schleim aus, der sie bei Ebbe vor Trockenheit und Sonnenglut schützt; hebt man eine trockenliegende Porites-Kolonie auf, so zieht sich der Schleim daran herunter. Die massigen oder krustenartigen, gelegentlich auch gelappten Kolonien siedeln sich oft in ungeheurer Menge auf der Außenseite der Riffe

an. Wundervoll sind, nach Saville Kent, die australischen Poritiden gefärbt: blaßrot, zart oder kräftig lila, grün, gelbgrün, gelb. Für Gelb und Braun sind wieder Zooxanthellen verantwortlich, für Rot und Grün Algen, die im Skelett bohren; dazu treten Farbzellen in den Geweben, deren Kolorit sich mit dem der Symbionten oder Parasiten mischt. Manche Porites-Stöcke erreichen im australischen Barrierriff über 6 m Durchmesser.

Korallenriffe.

Wir dürfen aber nicht von den Korallen scheiden, ohne einen Blick auf ihre großartigen Bauwerke als Ganzes getan zu haben.

Korallenriffe sind nicht nur ein Studienobjekt für Geographen und Ozeanographen; Fragen der Geologie und Paläontologie, der Chemie und Physik erheben sich; der Botaniker findet Algen, die mithelfen, die Riffe zu erbauen, Pilze und Algen, die die Arbeit der Korallpolypen wieder zerstören. Das lebhafteste und unmittelbarste Interesse an den Riffen aber hat natürlich der Zoologe, an den Koralltieren nicht minder als an all den zahllosen Lebewesen, die in und zwischen den Korallen ihre Heimat gefunden haben, an die sie wieder auf das wunderbarste angepaßt sind.

Die gewaltigen Kalkmassen, die den Küsten der tropischen Meere vorgelagert sind, sind nicht nur von den eigentlichen Riffkorallen, den Madreporariern, geschaffen. Beteiligt ist auch allerhand anderes seßhaftes Getier, das sich hartes Kalkskelett als Stütze zulegt und durch Sprossung oder Teilung Kolonien bilden kann. Da wachsen zwischen Acroporen und Poritiden auch Hydrokorallier (s. S. 111) und achtstrahlige Korallentiere, wie die Orgelkorallen. Moostiere siedeln sich an, Schwämme sitzen in Krusten und Klumpen überall herum, und aus dem Pflanzenreich sind die Kalkalgen da. Zwischen den Zweigen, in den Spalten und Ritzen aber lebt dazu noch eine behäbige Gesellschaft in dicken Kalkpanzern: Foraminiferen, Seeigel, Schlangensterne, Muscheln, Schnecken, Krebse, deren Hartteile nach dem Absterben der Tiere die feste Masse des Riffes vermehren. Daß die Brandung nichts davon verschleppt, dafür sorgen die sparrigen Arme der verästelten Korallen, in denen sich alle losen Teile fangen. Auch feinere Partikel, wie Sand und Schlamm, können zurückgehalten werden; die Oberflächen mancher Stöcke sind geradezu dafür eingerichtet (s. S. 158). Alles wird schließlich durch die Kalkalgen (Lithothamnien), die oft massenhaft an der Basis des Riffes auftreten, miteinander verkittet. Wo sie sich ausbreiten, erstirbt dann jedes tierische Leben.

Es ist ein buntes Leben auf den Riffen, das den Naturforscher immer wieder zu begeisterten Schilderungen hinreißt. Welchen Zauber der bloße Anblick eines Korallenriffes ausübt, hat Haeckel 1876 nach einem Besuche der arabischen Küste des Roten Meeres meisterlich geschildert. Er ist aus dem Hafen von Tor hinausgesegelt, „wo wir die vielgerühmte Pracht der indischen Korallenbänke in ihrem vollen Farbenglanze schauen... Sie zu schildern vermag keine Feder und kein Pinsel. Die begeisterten Schilderungen von Darwin, Ehrenberg, Ransonnet und anderen Naturforschern, die ich früher gelesen, hatten meine Erwartungen hoch gespannt; sie wurden aber durch die Wirklichkeit übertroffen. Ein Vergleich dieser formenreichen und farbenglänzenden Meerschaften mit den blumenreichsten Landschaften gibt keine richtige Vorstellung. Denn hier unten in der blauen Tiefe ist eigentlich alles mit bunten Blumen überhäuft, und alle diese zierlichen Blumen sind lebendige Korallentiere. Die Oberfläche der größeren Korallenbänke, von 6—8 Fuß Durchmesser, ist mit Tausenden von lieblichen Blumensternen bedeckt. An den verzweigten Bäumen und

Sträuchen sitzt Blüte an Blüte. Die großen bunten Blumenkelche zu deren Füßen sind ebenfalls Korallen. Ja sogar das bunte Moos, das die Zwischenräume zwischen den größeren Stöcken ausfüllt, zeigt sich bei genauerer Betrachtung aus Millionen winziger Korallentierchen gebildet. Und alle diese Blütenpracht übergießt die leuchtende arabische Sonne in dem kristallhellen Wasser mit einem unsagbaren Glanze!

„In diesen wunderbaren Korallengärten, welche die sagenhafte Pracht der zauberischen Hesperidengärten übertreffen, wimmelt ein vielgestaltiges Tierleben. Metallglänzende Fische von den sonderbarsten Formen und Farben spielen in Scharen um die Korallenkelche, gleich den Kolibris, die um die Blumenkelche der Tropenpflanzen schweben. — Noch viel mannigfaltiger und interessanter als die Fische sind die wirbellosen Tiere der verschiedensten Klassen, welche auf den Korallenbänken ihr Wesen treiben. Zierliche durchsichtige Krebse aus der Garnelengruppe klettern zwischen den Korallenzweigen. Auch rote Seesterne, violette Schlangensterne und schwarze Seeigel klettern in Menge auf den Ästen der Korallensträucher; der Scharen bunter Muscheln und Schnecken nicht zu gedenken. Reizende Würmer mit bunten Kiemenfederbüschen schauen aus ihren Röhren hervor. Da kommt auch ein dichter Schwarm von Medusen geschwommen, und zu unserer Überraschung erkennen wir in der zierlichen Glocke eine alte Bekannte aus der Ostsee und Nordsee.

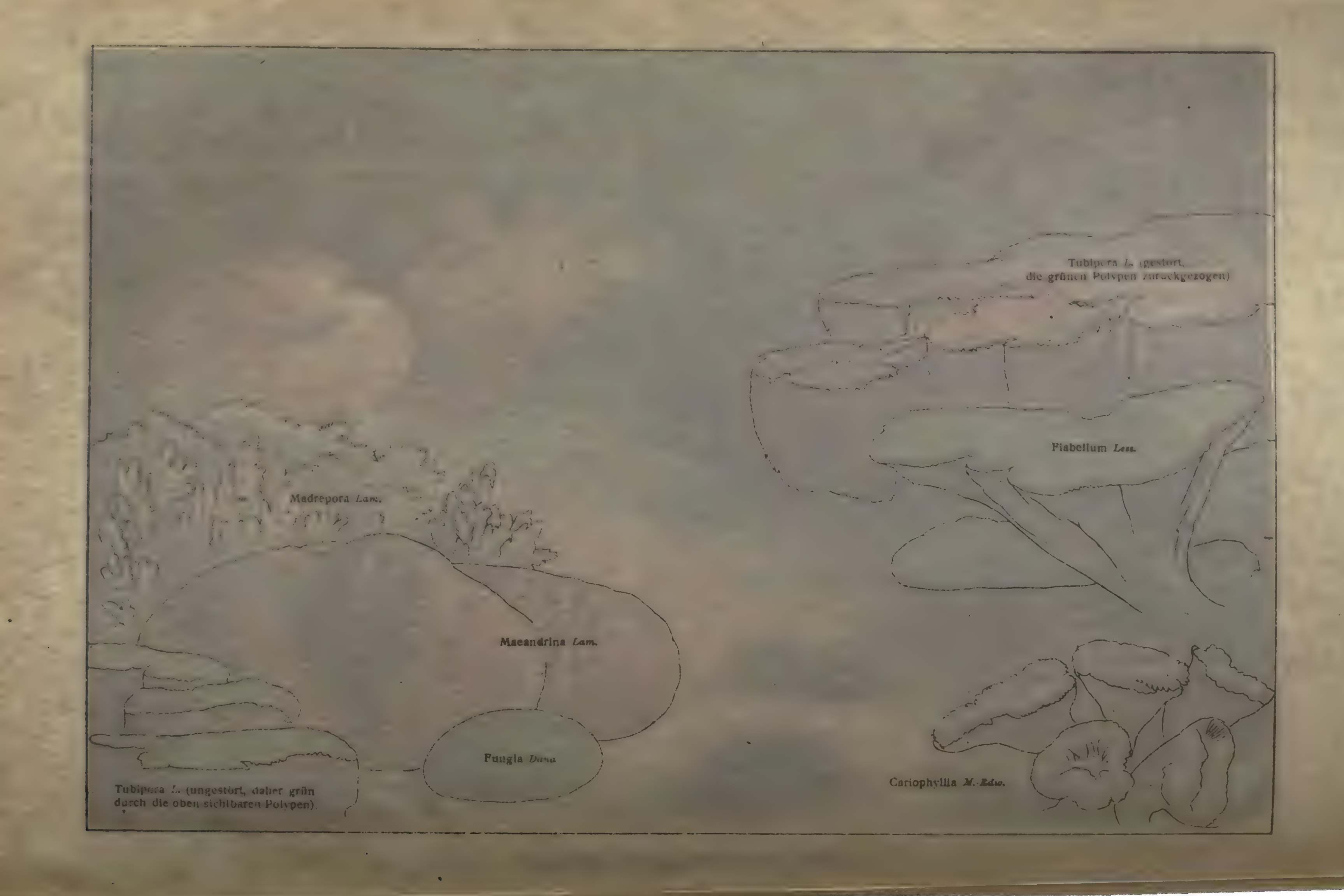
„Man könnte glauben, daß in diesen bezaubernden Korallenhainen, wo jedes Tier zur Blume wird, der glückselige Friede der elysischen Gefilde herrscht. Aber ein näherer Blick in ihr buntes Getriebe lehrt uns bald, daß auch hier, wie im Menschenleben, beständig der wilde Kampf ums Dasein tobt, oft zwar still und lautlos, aber darum nicht minder furchtbar und unerbittlich. Die große Mehrzahl des Lebendigen, das hier in üppigster Fülle sich entwickelt, wird beständig vernichtet, um die Existenz einer bevorzugten Minderzahl zu ermöglichen. Überall lauert Schrecken und Gefahr. Um uns davon zu überzeugen, brauchen wir bloß selbst einmal unterzutauchen. Rasch entschlossen springen wir über Bord und schauen nun erst, von wunderbarem grünem und blauem Glanze umgossen, die Farbenpracht der Korallenbänke ganz in der Nähe. Aber bald erfahren wir, daß der Mensch ungestraft so wenig unter Korallen wie unter Palmen wandelt. Die spitzen Zacken der Steinkorallen erlauben uns nirgends, festen Fuß zu fassen. Wir suchen uns einen freien Sandfleck zum Standpunkt aus. Aber ein im Sande verborgener Seeigel (Diadema) bohrt seine fußlangen, mit feinen Widerhaken bewaffneten Stacheln in unseren Fuß; äußerst spröde, zersplittern sie in der Wunde und können nur durch vorsichtiges Ausschneiden derselben entfernt werden. Wir bücken uns, um eine prächtige smaragdgrüne Aktinie vom Boden aufzuheben, die zwischen den Schalenklappen einer toten Riesenmuschel zu sitzen scheint. Jedoch zur rechten Zeit noch erkennen wir, daß der grüne Körper keine Aktinie, sondern der Leib des lebenden Muscheltieres selbst ist; hätten wir es unvorsichtig angefaßt, so wäre unsere Hand durch den kräftigen Schluß der beiden Schalenklappen elend zerquetscht worden. Nun suchen wir einen schönen violetten Madreporenzweig abzubrechen, ziehen aber rasch die Hand zurück, denn eine mutige kleine Krabbe (Trapezia), die scharenweise zwischen den Ästen wohnt, zwickt uns empfindlich mit der Schere. Noch schlimmere Erfahrungen machen wir bei dem Versuche, die danebenstehende Feuerkoralle (Millepora, s. S. 111) abzubrechen. Millionen mikroskopischer Giftbläschen entleeren sich bei der oberflächlichen Berührung über unsere Haut, und unsere Hand brennt, als ob wir glühendes Eisen angefaßt hätten. Ebenso heftig brennt ein zierlicher kleiner Hydroidpolyp, der höchst unschuldig aussieht. Um nicht auch noch mit einem brennenden Medusenschwarm in unliebsame Berührung zu kommen

oder gar einem der nicht seltenen Haifische zur Beute zu fallen, tauchen wir wieder empor und schwingen uns in die Barke.

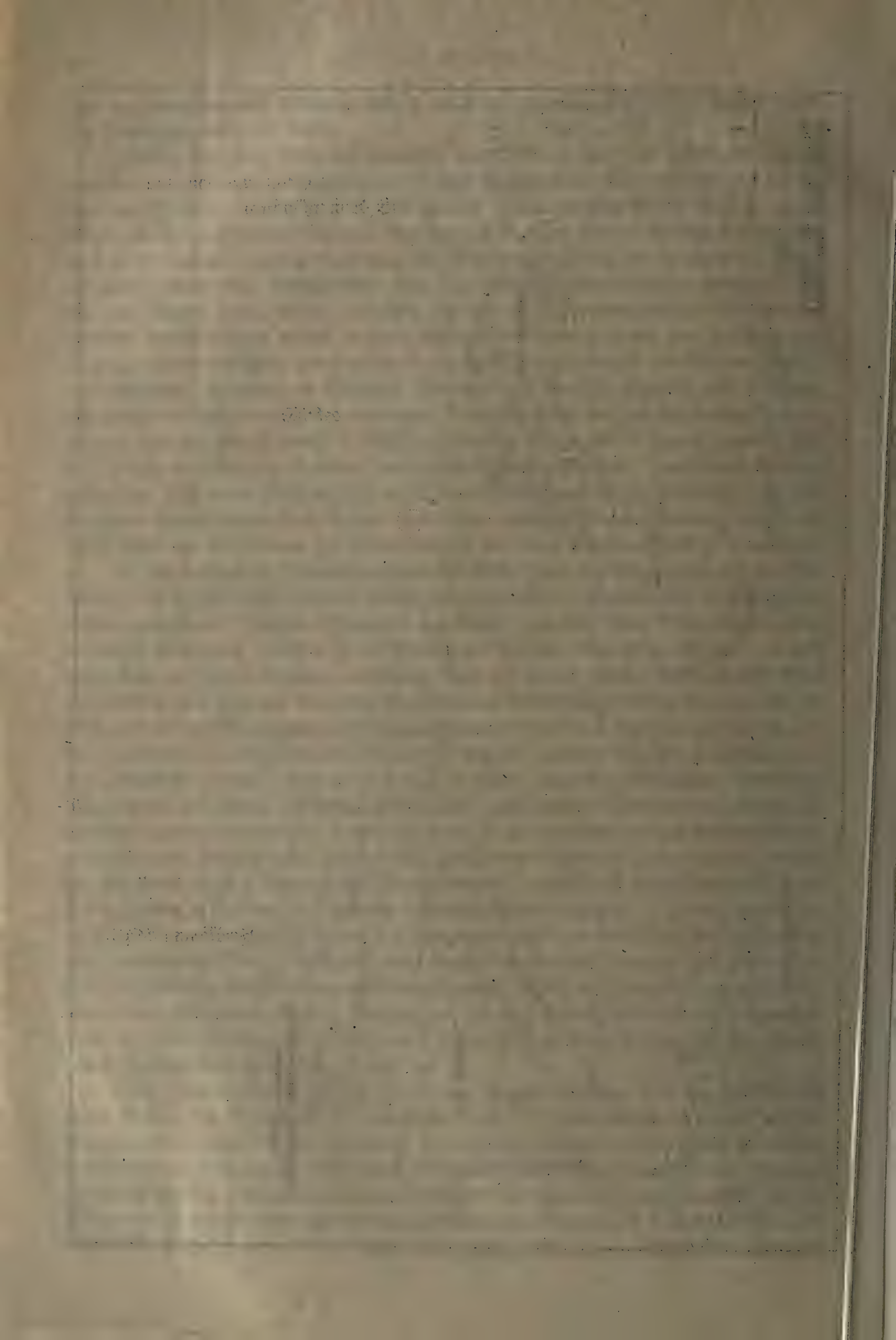
„Welche fabelhafte Fülle des buntesten Tierlebens auf diesen Korallenbänken durcheinander wimmelt und miteinander ums Dasein kämpft, davon kann man sich erst bei genauerem Studium ein annäherndes Bild machen. Jeder einzelne Korallenstock ist eigentlich ein kleines zoologisches Museum. Wir setzen z. B. einen schönen Madreporenstock, den eben unser Taucher emporgebracht hat, vorsichtig in ein großes, mit Seewasser gefülltes Glasgefäß, damit seine Korallentiere ruhig ihre zierlichen Blumenkörper entfalten. Als wir eine Stunde später wieder nachsehen, ist nicht nur der vielverzweigte Stock mit den schönsten Korallenblüten bedeckt, sondern auch Hunderte von größeren und Tausende von kleineren Tierchen kriechen und schwimmen im Glase herum: Krebse und Würmer, Kanker und Schnecken, Ascheln und Muscheln, Seesterne und Seeigel, Medusen und Fischchen, alle vorher im Geäste des Stockes verborgen. Und selbst wenn wir den Korallenstock herausnehmen und mit dem Hammer in Stücke zerschlagen, finden wir in seinem Inneren noch eine Menge verschiedener Tierchen, namentlich bohrende Muscheln, Krebse und Würmer verborgen. Und welche Fülle unsichtbaren Lebens enthüllt uns erst das Mikroskop! Welcher Reichtum merkwürdiger Entdeckungen harrt hier noch zukünftiger Zoologen, denen das Glück beschieden ist, Monate und Jahre hindurch an diesen Korallenküsten zu verweilen!"

Die überwältigende Farbensymphonie der Riffe Javas hat Morin nicht nur mit dem Pinsel — er ist der Künstler unserer farbigen Korallentafel —, sondern auch mit begeisterten Worten geschildert: „Hellgrün schimmert das Wasser; ein Blick über Bord bringt uns in wonnigste Aufregung. Da sind sie, die Wunder der See, die Blumen des Meeres — so weit unser Auge das seichte Element durchdringt, liegt auf feinem weißen Kalksandboden Block neben Block, bald rund wie ein meterdicker Riesenbovist, bald becherförmig oder flach wie ein Tisch, und mit jeder Bewegung des Bootes werden andere sichtbar, tauchen neue Schönheiten auf. Tausende von riffbildenden Steinkorallen bedecken greifbar nahe den Meeresgrund... Die gewaltigsten Blöcke erscheinen von den an ihren zahlreichen Windungen kenntlichen Mäandrinen, von Favien und Tubiporen gebildet, welch letztere dunkelroten, regelrecht aufgestellten Orgelpfeifen gleichen; dazwischen liegen pilzförmige Fungien und knollige Asträen, während bunte Straußkorallen ganze Büsche entfalten und stacheliges Gezweige von Porites wie ein kleiner Wald stellenweise den Boden bedeckt ... Feder und Pinsel sind unfähig, die feinen Farben zu schildern, in denen alle diese Korallstöcke erstrahlen ... Überall strecken die zierlichen blumenförmigen Polypen ihre Fangarme hervor und überziehen ihre Kalkgerüste mit schimmernden Tönen. Grasgrün wogt es über dem dunklen Purpur der Orgelkorallen, violett leuchten die Wabenkorallen und Sternkorallen, gelblich die Acroporen, grün die scharf brennenden Milleporen, blau die Poriten, und alle diese so verschiedenartigen Farben sind durch das feine Medium des bläulichgrünen Seewassers zu einem Gesamtbilde abgestimmt, dessen Zartheit noch kein Maler erreicht hat."

Diese „Zauberwälder" können nur in den Tropen gedeihen, denn die riffbildenden Arten sind an eine Wasserwärme von mindestens 20° C gebunden, während andere, wie die Caryophyllien, Lophelien und Amphelien der nordischen Küsten, Temperaturen bis fast an den Gefrierpunkt vertragen. Die Empfindlichkeit der Riffkorallen gegen niedrige Temperatur spricht sehr klar aus der Verbreitung der Riffe. Wo kühlere Meeresströmungen, wie der Perustrom an der Westküste Südamerikas, der Benguelastrom an der westafrikanischen, die antarktische Westwindtrift an der westaustralischen Küste, hingelangen, fehlen die Korallenriffe

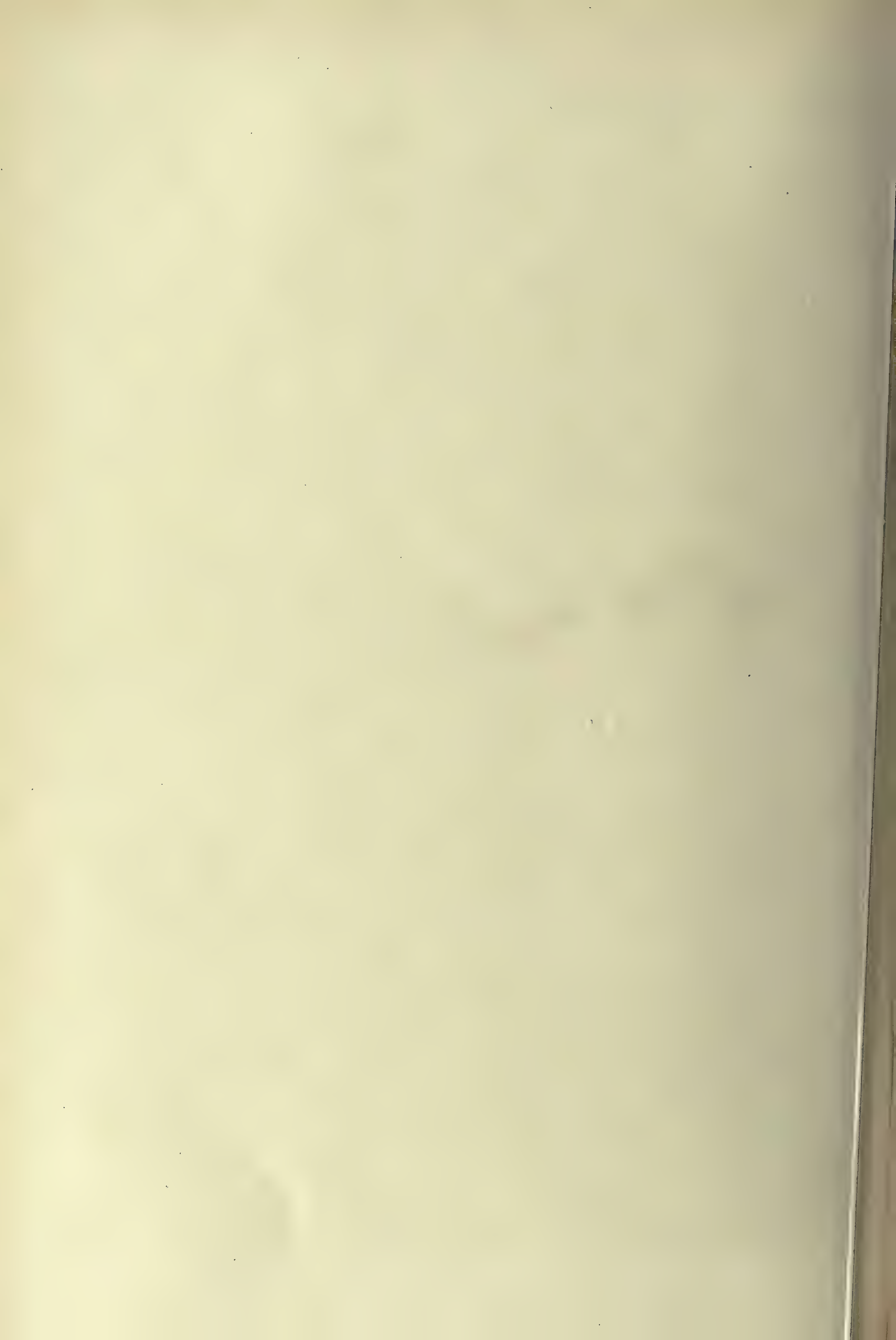


Tubipora *L.* (gestört,
die grünen Polypen zurückgezogen)
Flabellum *Less.*
Madrepora *Lam.*
Maeandrina *Lam.*
Fungia *Dana*
Tubipora *L.* (ungestört, daher grün
durch die oben sichtbaren Polypen).
Cariophyllia *M.-Edw.*





Korallen an der javanischen Küste.



selbst unter dem Äquator; im warmen Golfstrom aber gehen sie über die eigentliche Tropenzone hinaus bis zu 32 Grad nördl. Breite bei den Bermudas. Die obere Temperaturgrenze ist trotz der Zartheit der Polypenkörper sehr hoch: in Ebbetümpeln, deren Wasser 56° C erreicht hatte, hatten sich die Tiere nur in ihre Kelche zurückgezogen, lebten aber unbeschädigt weiter. Liegen sie bei Ebbe trocken, so schützt ihre Schleimhülle gegen die Trockenheit und die ganze Glut der prallen Tropensonne. Die Riffe bieten dann einen trostlos dürren Anblick und strömen einen üblen, fauligen Geruch aus. Nach Goodchild ist es wiederum die Temperatur, die der Verbreitung der Riffbildner auch nach der Tiefe zu eine Grenze setzt. Ist das Wasser warm genug, so können die Arten zwar bis zu 100 Faden (185 m) heruntergehen, die Zone der Riffbildung aber reicht nur bis zu 30 m. Schon in dieser Tiefe stehen die einzelnen Kolonien nur noch in größeren Abständen. Die aus tieferen Wasserschichten und aus der Tiefsee bekannten Korallenarten beteiligen sich niemals an den Riffen. Auch das Lichtbedürfnis der für die meisten Riffkorallen lebenswichtigen symbiotischen Algen setzt eine untere Verbreitungsgrenze: nach Gravier dringt das für sie wirksame Licht nur bis etwa 36 m unter den Wasserspiegel. Gleichmäßige, hohe Temperatur und günstige Tiefenverhältnisse allein genügen noch nicht zum Gedeihen der Riffkorallen. Sie beanspruchen außerdem dauernd frisches Wasser, das ihnen Kalk zum Skelettbau, Nahrung und Sauerstoff zuführt. Daher leben viele in der Brandung selbst, und die Riffe wachsen nur an der Außenseite weiter. Auch die chemische Zusammensetzung des Wassers ist von Einfluß: wo starke Aussüßung stattfindet, wie an den Flußmündungen, sind die Riffe unterbrochen.

Auf den Korallenbänken hat sich eine eigene Fauna entwickeln können. Einmal ist's der Nahrungsreichtum, der vielerlei Tiere anlockt. Dann aber bilden die Massen festsitzender Nesseltiere, die auf den Korallriffen vereinigt sind, mit dem Gewirr ihrer Zweige und Äste und den Höhlen im toten und wachsenden Kalkskelett eine Unmenge wohlgeschützter Schlupfwinkel. So finden sich unzählige Tierformen ein, von denen viele, Fische, Krebse, Schnecken, Muscheln, Würmer, Seesterne und Seeigel, ganz ausgesprochen an das Leben in den Korallenriffen angepaßt sind und nur hier gefunden werden. Zum Teil sind es höchst seltsam geformte und äußerst lebhaft gefärbte Tiere, die ohne Nachteil so auffallend aussehen, denn sie können sich vor allen großen, gut sehenden und rasch beweglichen Feinden, wie „Haien, Knochenfischen und Tintenfischen, in das Gewirr der Korallenstöcke zurückziehen. Viele der buntesten Fische der Welt, die mit Vögeln und Schmetterlingen an Farbenpracht wetteifern, findet man auf den Korallenriffen, und die grell gezeichneten kleinen Krabben aus der Gattung Trapezia kommen nur hier vor.“ (Doflein.) — Welche entzückenden Farben und bizarren Formen die Korallfische aufweisen, schildert Steche in Band III dieses Werkes (S. 423, 424).

Viele Angehörige dieser Riff-Fauna beziehen auch ihren Lebensunterhalt aus den Korallen. Auf allen Riffen gemeine, bis 70 und 80 cm lange Seegurken (Holothurien, s. S. 354) nehmen die abgesplitterten Ästchen lebender und toter Kolonien oder den Korallensand vom Grunde auf und lassen sie ihren Darm passieren, wie Regenwürmer die Gartenerde. Nur leisten sie, nach Gardiner, als Sandfresser mindestens 50mal mehr als jene, da Trockenheit und Kälte ihre Tätigkeit nie lähmen kann. Die sonderbare Gewohnheit vieler Holothurien, den ganzen Darm auszuspeien und dann zu regenerieren, ist vielleicht eine Folge dieser Nahrung und befreit das Tier von groben Körnern, die auf dem gewöhnlichen Wege nicht herauskommen. Auch manche auf den Riffen häufige Seeigelarten und die Eichelwürmer (Balanoglossus) sind solche Sandfresser, die jeden Korallenabfall zermalmen. Größere Fische, wie manche Diodon-Arten, vermögen mit ihren starken, meißelartigen Vorderzähnen Äste

von Acroporen abzuknacken; Quoy und Gaimard fanden einen, der an die zwei Pfund Korallenstücke in seinem Magen angehäuft hatte. — Viel stärker aber setzen allerlei bohrende Tiere den Kolonien zu, nicht so sehr durch ihre Tätigkeit selbst, als dadurch, daß sie das ganze Korallenskelett allmählich so schwächen, daß es dem Wellenschlag keinen Widerstand mehr leisten kann. Wird auch nur ein kleines Loch im Skelett einer Kolonie geschaffen, so ist der Grund zum Zerfall gelegt: für die größeren „Bohrer" ist eine Einfallspforte geschaffen, lokale Wasserstrudel bilden sich und wirbeln womöglich abgelöste Körnchen mit sich herum, die reiben und meißeln. Am gefährlichsten sind die Bohrschwämme, die sich überall im Kalk Einlaß zu schaffen vermögen (s. S. 87) und ihre Ausläufer weit vortreiben. Unter den verschiedenen bohrenden Muscheln höhlen die Meerdatteln (Lithodomus) in massiven, aber auch in verästelten Kolonien mitunter Löcher von 12 mm Durchmesser und über 30 cm Länge aus; Agassiz zählte am freien unteren Teil einer Mäandrine von nicht ganz $^2/_3$ m Durchmesser 50 Lithodomus-Löcher. Auch die Gephyreen bohren ihre verzweigten Gänge



Insel mit Küsten- und Barriereriff. Nach Dana.

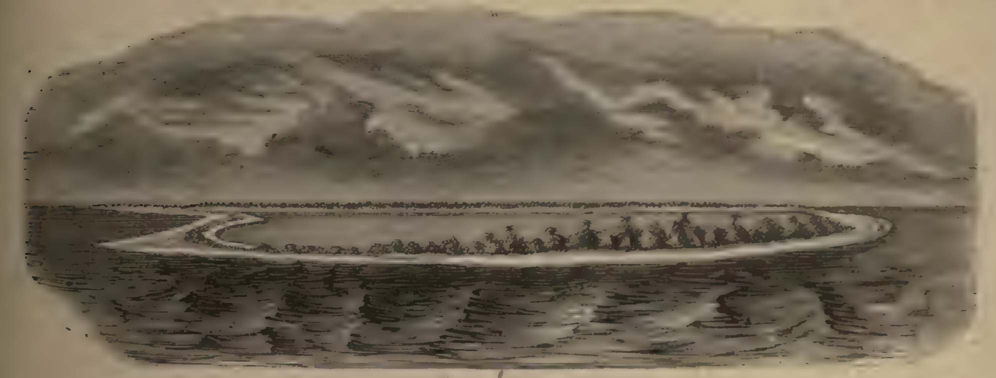
in die Kalkmasse, und zu Hunderten hausen oft Borstenwürmer darin, von denen manche durch die Weichgewebe der Polypen vordringen. Am schlimmsten jedoch sind die kleinsten Zerstörer, Pilze (Achlya) aus der Gruppe der Saprolegnien, die nach ihren Spuren an fossilen Korallen schon die Riffe der Devonzeit verwüsteten, und außerdem verschiedene Algen; sie bringen die Polypen zum Absterben und zermürben das Skelett. Sind die Kolonien noch lebenskräftig, so schadet der Einfluß der Zerstörer ihrem Wachstum zunächst sehr wenig. Waren sie aber irgendwie geschwächt, so bleiben schließlich nur große Steinblöcke über, wo vorher blühendes Leben herrschte. Der Geologe wird diese Zerstörer am Riff als aufbauende „Faktoren" zählen, denn sie sorgen dafür, daß sich die zahllosen Lücken in und zwischen den Korallskeletten mit zerkleinertem Material ausfüllen, und tragen so wesentlich zur Bildung eines dichten Kalkgesteins bei. Chemische Prozesse gehen damit Hand in Hand. Das Meerwasser vermag Kalk zu lösen und unter veränderten Bedingungen wieder ausfallen zu lassen. Manche Korallenkalke können dadurch derart umkristallisiert werden, daß das Gestein seinen eigentlichen Ursprung kaum mehr verrät.

Unter verschiedenen Lebensbedingungen vollzieht sich das Wachstum der Korallenkolonien verschieden rasch; auch die einzelnen Arten weichen darin voneinander ab. Massige Stöcke wachsen viel langsamer als verzweigte. Je näher letztere der Oberfläche kommen, um so mehr konzentriert sich ihre Wuchsform und um so langsamer kommt dementsprechend die Kolonie in die Höhe. Nach Gardiner vermag eine 40 m unter der Oberfläche gelegene Bank in etwa 1000 Jahren bis an den Wasserspiegel zu wachsen. Jones fand auf dem Atoll

Cocos Keeling bei verzweigten Formen nicht ganz 10 cm Zuwachs für das Jahr; massive Formen nahmen in 100 Tagen um $^1/_{37}$ ihres Umfangs zu. Auf einem 1792 an der amerikanischen Küste gescheiterten Schiff, das $7^1/_2$ m tief lag, hatte eine Acropore nach 65 Jahren die Höhe von 5 m erreicht, war also durchschnittlich etwa 8 cm jährlich gewachsen, während massige Korallenstöcke daneben verhältnismäßig weit zurückgeblieben waren.

Der gegebene Siedelungsboden für Korallenriffe sind flache Küstengewässer. Hier ziehen die Küsten-, Fransen- oder Saumriffe hin, die bei Ebbe entweder die Küste einfach fortsetzen oder vom Festland noch durch einen schmalen Kanal getrennt sind. In dieser Randlagune, bei tiefer Ebbe oft nur eine Reihe von Pfützen, siedeln sich manche Arten mit Vorliebe an.

Die Damm-, Wall- oder Barriereriffe unterscheiden sich von den Küstenriffen nur durch die größere Breite der Randlagune, des Kanales oder Randmeeres zwischen



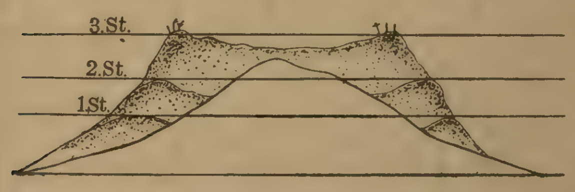
Koralleninsel oder Atoll. Nach Dana.

Festland und Riff. Riffe dieser Art begleiten die Küsten der Kontinente und Inseln in ganz gewaltiger Ausdehnung; das Barriereriff an der Nordostküste Australiens, das größte der Erde, dessen Tierleben Saville Kent meisterhaft geschildert hat und von dem unsere Tafel „Hohltiere III“ bei S. 163 in Abb. 5 und 6 zwei Darstellungen nach photographischen Aufnahmen dieses Forschers bringt, erreicht annähernd 2000 km Länge; die Randlagune ist 80—100 km, stellenweise sogar 150 km breit. Sehr viele Südseeinseln sind von solchen Riffen rings umgeben, innerhalb deren dann nochmals Küstenriffe liegen können. Meist reichen die Korallen bis nahe an die Oberfläche, und die Barriere verrät sich nur durch die Brandung, die daran aufschäumt; gelegentlich ragen auch die Stöcke selbst über die Oberfläche des Meeres. Ruhigeres Wasser deutet Lücken im Riff an; sie entstehen durch lokale Strömungen, die das Wachstum der Korallen verhindern, oder durch Senkungen des Untergrundes, und sind die Eingangspforten für die Schiffahrt nach der Küste.

Ganze Inseln bilden die Korallen in den Atollen. Dies sind durch Einschnitte (Riffkanäle) unterbrochene, unregelmäßig ringförmige Landstreifen, die stille Lagunen umschließen. Der Durchmesser eines Atolls kann über 100 km erreichen, die Breite des Inselstreifens beträgt gewöhnlich nur 100—200 m, oft noch weniger, so daß an einzelnen Stellen die Wogen darüber hinweg in die Lagune schlagen. Meist ragen bei Flut nur Teile des ganzen Ringes über die Wasserfläche; auf höheren Plätzen aber gedeiht reicher Pflanzenwuchs, vor allem Kokospalmen, die dem Schiffer in der Südsee schon von ferne Koralleninseln verraten. In der Nähe bieten die Atolle einen wunderbaren Anblick: außen, längs

des Riffes, die brüllende schwere Brandung, dahinter der weiße Korallenstrand, das dichte Grün und der eingeschlossene ruhige See mit winzigen Inselchen.

Wie ein Küstenriff heranwächst, bedarf keiner weiteren Erklärung. Sehr viel Kopfzerbrechen haben aber den Zoologen, Geologen und Ozeanographen die Barriereriffe und die Atolle gemacht. Lange war Darwins berühmte Rifftheorie (1842) alleinherrschend und sollte den Schlüssel geben für das Verständnis aller Riffe. Dem berühmten englischen Naturforscher war der Widerspruch zwischen der Tiefenverbreitung der Koralltiere und der Höhe der Barriereriffe und Atolle über dem Meeresgrund aufgefallen. Während die Polypen nur bis etwa 30 m Tiefe gedeihen, steigen ihre Skelettbauten gelegentlich Hunderte, ja Tausende von Metern vom Grunde des Ozeans aus in die Höhe wie hohe Pfeiler und Mauern. Und wie seine Selektionstheorie mit einem Schlag Licht in das Problem der Artbildung gebracht hat, so erklärt auch da ein genialer Gedanke scheinbar alle Rätsel: die ganze Südsee mit ihren zahllosen Koralleninseln und Riffen ist ein ungeheures Senkungsfeld. Einstmals hatten sich nur Küstenriffe an den Ufern der alten Kontinente und Inseln angelegt. Dann ist das ganze Land langsam in die Flut gesunken. Die Küsten tauchten mehr und mehr unter und die Landfläche verkleinerte sich. Aber die Korallen wußten die Bewegung nach unten auszugleichen: sie wuchsen nach oben weiter und hielten sich immer in der Nähe des Wasserspiegels. Die Küstenlinie wurde immer weiter landeinwärts geschoben, die Randlagune dadurch breiter und breiter und aus dem Küstenriff wurde das Barriereriff. Aber die Senkung ging noch weiter. Von großen Inseln blieben schließlich nur noch die höchsten Erhebungen über Wasser, um die das Barriereriff weit draußen einen Ring zog als letzte Spur der einstigen Küstenlinie. Schließlich versank auch die höchste Spitze der Insel im Meer, und übriggeblieben ist das Atoll. Die Südsee ist danach ein einziger „Inselkirchhof", der über 35 Breitengrade geht, mit zahlreichen Gruppen von „Leichensteinen" alter Inseln, den Karolinen-, Marshall-, Gilbert-, Ellice-, Phönix-, Tokelau-, Manihiki-Inseln usw., bis zu den Paumotus. So erklärt Darwin nicht nur die Entstehung der Riffe, er bringt sie auch in eine Entwickelungsreihe: das Küstenriff ist die erste, das Atoll die Endstufe und dazwischen liegt das Barriereriff.



Schema zur Erläuterung der Darwinschen Theorie von der Umwandlung eines Küstenriffes (1. Stadium) in ein Wallriff (2. St.) und Atoll (3. St.). Aus E. Kayser, „Lehrb. d. Geologie", I. Teil. Stuttgart.

In ihrer Einfachheit mußte diese Lehre überzeugend wirken. Sie wurde von einer großen Anzahl namhafter Forscher, wie Lyell, Dana, Langenbeck, Süß, Neumayr, Bonney, G. Baur, Ortmann, Saville Kent, angenommen und durch weitere Beobachtungen und Deutungen gestützt.

Aber bald kamen schwerwiegende Einwände. Darwins Theorie setzt voraus, daß der Korallenfels durch die Senkung in große Tiefen geht. Für manche Riffe trifft das zu: die Bohrungen von Sollas und David auf Funafuti, einem Atoll der Ellicegruppe, das aus 5400 m Tiefe heraufsteigt, gingen bis zu 400 m Tiefe nur durch Korallenkalk; fossile Riffe sind bis zu 1500 m Mächtigkeit bekannt. Vielfach aber sitzen die Korallen bloß als dünne Kappe auf anderen Gesteinen, die unter dem Barriereriff oder Atoll bis nahe an den Meeresspiegel herankommen. J. Murray stellte auf der Challenger-Expedition fest, daß viele Riffe auf unterseeische Vulkankegel aufbauen, die entweder bis nahe an die Oberfläche

heranreichen oder durch allmähliche Auflagerung von Sand, Schlamm, Foraminiferenschalen usw. so weit erhöht wurden, daß sich Korallen auf ihnen ansiedeln konnten. Die Atollform wurde nach ihm nur dadurch verursacht, daß sich die Korallen immer auf der Außenseite des Riffes am besten entwickeln. Hier trägt ihnen das Wasser am meisten Nahrung, Sauerstoff und Kalk zu und nimmt die von den zahlreichen Polypen „ausgeatmete“ Kohlensäure auf. Mit dieser beladen gelangt das kalkärmer gewordene Wasser in die inneren Teile des Riffes. Es kann nicht mehr viel mitbringen, wirkt im Gegenteil durch seinen Kohlensäuregehalt kalklösend. So können Korallpolypen hier nicht gedeihen; langsam wird eine Lagune ausgewaschen, die durch die Gezeitenströmung noch vertieft und vergrößert wird.

In anderen Fällen können, nach Guppy, Hebungen in der Erdrinde den Meeresboden in das Niveau bringen, das der Ansiedlung der Korallen am günstigsten ist. Die Lagune wird dann ebenfalls nur durch Auswaschung zustande kommen. Bei fortschreitender Hebung eines Gebietes kommen schließlich Teile des Riffes über Wasser und sterben ab. Auf den Salomonen finden sich neben lebenden Riffen trockengelegte, die bis 270 m über den Meeresspiegel gehoben sind, und zwar, nach ihrer Fauna zu schließen, erst in jüngster Zeit. Die Korallenkalke selbst sind dabei nur etwa 40 m mächtig und liegen auf Foraminiferenkalkstein oder direkt auf vulkanischem Kern.

Nach Forschungen an den Riffen der amerikanischen Ostküste, am großen australischen Barriereriff und in Polynesien machte A. Agassiz auf einen Vorgang aufmerksam, der sich fast überall da abgespielt haben dürfte, wo Korallen als wenige Dezimeter bis Meter dicker Überzug auf den verschiedensten Gesteinen aufliegen. Der heutige Untergrund der Riffe ragte einmal als Meeresküste über das Wasser und wurde allmählich durch die zerstörenden Kräfte der Atmosphäre, durch die Brandung und durch Strömungen bis unter den Wasserspiegel abgetragen. Darauf konnten dann die Korallpolypen mit ihrem Bau nach oben beginnen. Sogenannte „Negerköpfe“ (im großen australischen Barriereriff), isolierte Felsblöcke zwischen den Korallen, sind übriggebliebene, besonders widerstandsfähige Reste des ehemaligen Festlandsufers.

Heute kann keine dieser Erklärungen für die Riffbildung Anspruch auf Allgemeingültigkeit machen; jeder Einzelfall muß für sich behandelt werden, an Hand möglichst vieler und eingehender Beobachtungen.

An die Aktinien und die Steinkorallen mit ihrer Formenfülle reihen sich noch drei artenarme Hexanthidenordnungen, deren Vertreter auch in den europäischen Meeren häufig vorkommen.

Dritte Ordnung:
Zoantharia.

Unter die Zoantharia zählen einige wenige Einzeltiere, die ganz wie Aktinien aussehen, die große Mehrzahl aber bildet Kolonien; wie bei manchen Hydroidpolypen hängen dann die wenig ansehnlichen Einzelpolypen durch ein Netz von Ausläufern zusammen, oder sie erheben sich, einer neben dem anderen, aus einer einheitlichen Kruste, die irgendeine Unterlage überzieht. Äußerlich bietet der Zoantharierpolyp gar nichts Besonderes. Von der etwas verbreiterten Mundscheibe strahlen zwei Reihen Tentakeln aus, die es mit der Sechszahl nicht eben sehr genau nehmen, im Inneren aber sind die Septen ganz anders angeordnet als bei Aktinien. Meist sind die Polypen getrennten Geschlechts, und oft

enthalten die Kolonien nur männliche oder nur weibliche Tiere. Die Entwickelung geht über eigentümliche freischwimmende Larven. Ein Skelett wird gar nicht gebildet; über der Körpersäule liegt bloß eine mehr oder weniger dünne Cuticula. Trotzdem können sich viele Zoantharier eine harte Stütze verschaffen, indem sie — wie die Sandschwämme — allerlei Fremdkörper, Sand, Schwammnadeln, Foraminiferenschalen und anderes, am Ektoderm anheften; von da aus gelangen die Teilchen fast immer in das reich entwickelte Mesoderm und können so massenhaft eingelagert werden, daß der ganze Körper dadurch spröde und zerbrechlich wird. Manche Arten sind geradezu wählerisch in dem, was sie aufnehmen: die eine bevorzugt Foraminiferenschalen, eine andere nimmt nur Sand. Diese Krusten, jedoch noch mehr die Zooxanthellen, die bei Bewohnern der oberen Wasserschichten massenhaft in Ekto- und Entoderm auftreten, bedingen die Färbung; gelbe, braune und graue Farbtöne sind daher in der Ordnung vorherrschend.

Die Kolonien siedeln sich nicht nur auf dem Meeresgrund an. Häufig suchen sie sich die verschiedensten Tiere dazu aus, Schwämme, Hydroidenkolonien, Hornkorallen, Steinkorallen, Wurmröhren, Schneckenhäuser, darunter auch die von Einsiedlern bewohnten; manche Arten haben ihre ganz bestimmten Wohntiere. So kommt Sidisia (Palythoa) fatua *M. Schultze* auf den großen Glasfadenbündeln der Hyalonema-Arten vor. Sie ist kosmopolitisch, wird aber vorwiegend in Tiefen von 1100—2000 m in den japanischen Meeren und im Golf von Bengalen gefunden, wo sie geradezu auf jedem Hyalonema-Exemplar sitzt. Merkwürdigerweise sind bis jetzt nur weibliche (und sterile) Polypen bekanntgeworden (Lwowsky).

Im ganzen nördlichen Atlantik und im westlichen Teil des Mittelmeeres lebt Sidisia (Epizoanthus) incrustatus *D. K.*, die sich ihren Panzer nur aus Sandkörnchen herstellt. Ihre Polypen sind bis 10 mm hoch und halb so breit; sie sitzen in Kolonien von 3—15 Stück am Grunde oder auf Schneckenschalen, die von Einsiedlerkrebsen bewohnt werden. Mit diesen zusammen halten sie sich im flacheren Wasser, zwischen 50—170 m, auf, „freie" Kolonien aber gehen tiefer.

Sidisia paguriphila *Verrill* wird nur auf Schneckenschalen gefunden, die einen Einsiedler, Parapagurus pilosimanus *Smith*, beherbergen. Auch dieser Zoantharier gehört zu den Tieren, die den Einsiedlerkrebsen das Dasein „erleichtern" und ihm, wie Suberites (s. S. 89), Hydractinia (s. S. 112) und Adamsia (s. S. 149) ihren Krebsen, häufigeren Wohnungswechsel ersparen. Mit ihrem Cönosark überziehen die verhältnismäßig sehr großen, bis 25 mm hohen Polypen das ganze Gehäuse. Der Kalk der Schale wird dabei vollständig von der Kolonie aufgenommen, und schließlich sitzt der Parapagurus in einem Gehäuse, das nur noch aus dem Cönosark der Sidisia besteht, aber die Form der alten Schale treulich nachbildet und noch dazu weiter zu wachsen vermag. Die „Einsiedlerfreundin" kommt in Tiefen von 500—2000 m im Nordatlantischen Ozean, aber auch bei Japan und im Golf von Bengalen vor.

Vierte Ordnung:
Ceriantharia.

Auch die heute in vielen Seewasseraquarien vertretenen Zylinderrosen, die Cerianthiden, gehören einer besonderen Gruppe an, so sehr sie vielen Aktinien in Aussehen und Lebensweise gleichen (s. Fig. 5 der Farbentafel „Seerosen" bei S. 145). Der ganze Bauplan dieser einzeln im Sand steckenden Seerosen ist aber durchaus anders. Die Septen, die keine ausgeprägten Muskelfahnen haben, werden in ganz eigentümlicher Weise

angelegt und erreichen zwar alle das Schlundrohr, enden aber nach unten frei im Magenraum. Der schlanke Körper mit der etwas breiteren Mundscheibe ist glatt, das Hinterende wie bei grabenden Aktinien leicht zugespitzt. Durch einen großen Porus auf dieser Spitze wird das Wasser aus dem Körper herausgetrieben, wenn sich das Tier zusammenzieht; als After wirkt die Öffnung nicht. Die Tentakel bilden zwei Gruppen, zwischen denen ein freier Raum bleibt: außen vier Reihen langer Randtentakel, innen um den Mundrand in gleicher Anordnung kleine Lippententakel; normalerweise sind beim erwachsenen Tier 145 Randtentakel und ebenso viele Lippententakel vorhanden.

In der Regel sitzen die Ceriantharierpolypen im sandigen oder schlammigen Grund in Röhren, die sie sich mit dem Schleim zahlreicher Drüsenzellen ihres Ektoderms zusammenkitten. Diese Gehäuse, die etwas über die Bodenfläche hinausragen können, bestehen zu innerst aus einer glatten Lage erhärteten klaren Schleims; außen sind Sandkörner, allerhand Schalenfragmente und dergleichen, auch zahlreiche Nesselkapseln aus dem Ektoderm hinein verbacken. Bei jeder Störung sucht der Polyp seine Zuflucht darin; weit genug ist das Rohr und mindestens so lang, daß er samt seinen Tentakeln, die nicht in sich selbst verkürzt, sondern nur über dem „Kopf" zusammengelegt werden, darin verschwinden kann.

Wahrscheinlich sind alle Ceriantharier Zwitter. Aus den Eiern, die erst im Wasser befruchtet werden, entwickeln sich ziemlich durchsichtige Larven, die lange Zeit frei im Meer herumschweben und einer jungen Zylinderrose bereits ungefähr gleichen. Als „Cerinula-Larven" sind sie aus dem Plankton aller Meere bekannt, aber nur bei wenigen kennt man die zugehörigen Polypen. Ausnahmsweise leben auch diese selbst planktonisch, wie die von Gravier beschriebene Dactylactis benedeni *Gravier* aus dem Golf von Kalifornien.

Die bekannteste Art ist die Zylinderrose des Mittelmeeres, Cerianthus membranaceus *Spall.* (Farbentafel „Seerosen" bei S. 145, Fig. 5), ein großes, bis 20 cm hohes und 3 cm breites Tier. Heider hat sie in der Adria gesammelt: „Die sandigen Ufer des Meerbusens von Triest beherbergen eine große Anzahl von Cerianthus membranaceus. Man hat auf einer Bootfahrt bei ruhiger See, über nur einige Fuß tiefen Grund hingleitend, oft Gelegenheit zu beobachten, wie diese Seerose, aus ihrer in feinem Sande stehenden Schleimröhre mehr minder weit hervorgestreckt, fast unbeweglich mit ausgebreiteter Tentakelkrone den Moment abwartet, bis sich ein kleiner Organismus in ihre gefährliche Nähe verliert. Ab und zu biegt sich ein Randtentakel schlangenartig nach einwärts gegen das Zentrum der Mundscheibe und übergibt die daran haftende Beute, gewöhnlich Infusorien, Copepoden, kleine Quallen, Larven usw., den Lippententakeln zur Weiterbeförderung in das Schlundrohr. Wird ein größeres Tier, etwa ein kleiner Fisch, gefangen, zu dessen Bewältigung eine größere Anzahl Fangarme nötig ist, so umklammern letztere schnell den Feind so vollständig, daß ein Entrinnen wegen der betäubenden Wirkung zahlreicher Nesselkapseln beinahe unmöglich wird. Viel bequemer kann man dieses Spiel der Tentakel an Tieren im Aquarium beobachten. Ich sah oft, daß selbst größere Fische noch lange Zeit wie sinnlos umherschossen, nachdem sie sich durch eine rasche Bewegung von der Umarmung eines Cerianthus befreit hatten, ja zugrunde gingen, wenn sie wiederholten derartigen Angriffen ausgesetzt worden waren. Berührt man einen aus dem Sande hervorragenden Cerianthus mit einem Stabe, oder beunruhigt man auch nur das umgebende Wasser, so zieht er sich blitzschnell in seine Röhre zurück, deren Öffnung dann durch den umgebenden Sand so zusammengedrückt wird, daß dadurch meist jede Spur der Anwesenheit der Zylinderrose verwischt ist. Die in den Ufersand gebohrte Röhre erreicht zuweilen die Länge eines Meters

und erstreckt sich nicht senkrecht nach abwärts, sondern gewöhnlich bildet ihr Verlauf zur Oberfläche des Sandes einen mehr minder spitzen Winkel. Indem die Seerose bei Beunruhigung sofort bis an den Grund ihres Gehäuses hinabschießt, ist ihr Fang sehr erschwert, und die Fischer in Triest veranstalten denselben dadurch, daß sie sich vorsichtig dem hervorgestreckten Tiere nähern und mit einem neben demselben eingestochenen Spaten die Röhre, in welche es sich flüchtet, abzuschneiden trachten. Ein Fassen mit der Hand erwies sich immer als nutzlos, da der durch massenhafte Produktion von Schleim schlüpfrige Körper der Hand zu leicht entgleitet."

In Gefangenschaft halten sich die Tiere bei guter Pflege jahrelang; Reitmayer berichtet von 5, 6, auch 20 Jahren; das Neapeler Aquarium besaß 1915 ein Tier seit 33 Jahren. Leider büßen sie oft ihre wundervollen Farben ein; sie werden matter, sogar ganz mißfarbig und schließlich schmutzigweiß. Frische Tiere erhält man in allen möglichen Tönen: violett in jeder Schattierung von fast rosa bis beinahe schwarz, daneben indigofarben, kupferbraun und braun; am schönsten aber sind die Exemplare, die in metallisch schillerndem Grün erglänzen. Die Tentakel haben die Farbe des Körpers, können aber auch heller oder dunkler sein; oft sind die Randtentakel hell und dunkel geringelt; die Lippententakel sind immer einfarbig. — Die freischwimmende, völlig bewimperte Larve wurde 1851 zuerst als eigene „Art" beschrieben; sie heftet sich bereits auf sehr frühem Stadium an.



Ein Cerianthus, der sich bei wiederholtem Umdrehen eines Drahtnetzes durch dieses hindurchwindet. Nach Loeb aus F. Pax, Die Actinien („Ergebn. u. Fortschr. der Zool.", hrsg. von J. W. Spengel, Bd. 4, Jena 1914).

Von den Experimental-Zoologen sind Cerianthus-Arten in den letzten Jahren vielfach zu Versuchen herangezogen worden, so namentlich von dem Amerikaner Child. Berühmt sind auch Loebs Versuche, die die Bedingungen klarlegten, unter denen sich ein Cerianthus an seinem Platz „wohl fühlt". Dazu gehört, daß sich die Körperachse senkrecht einstellen kann. Wird er auf ein wagerechtes Drahtnetz mit so engen Maschen gelegt, daß man ihn nur mit Mühe hätte durchstecken können, so krümmt sich das Fußende nach wenigen Minuten abwärts und zwängt sich so weit durch eine Masche, bis das Tier schließlich (nach etwa einer halben Stunde) aufrecht steht. Dreht man dann das Netz um, so kehrt der Cerianthus sein Fußende von neuem nach unten und drängt es nochmals durch das Drahtnetz. Ein weiteres Umdrehen hat denselben Erfolg; das Tier ist dann förmlich in die Maschen eingeflochten (s. die Abbildung). Wird es nach dem ersten Durchschlüpfen in senkrechter Haltung belassen, so zieht es sich nach etwa einem halben Tag wieder aus dem Netz heraus und sucht sich einen neuen Aufenthaltsort, denn unter natürlichen Bedingungen ist seine Außenseite immer mit den Wänden der schützenden Röhre in Berührung, und so lange dieser Reiz fehlt, bleibt es nicht in Ruhe.

Fünfte Ordnung:
Antipatharia.

Die Antipatharia gleichen auf den ersten Anblick ganz den Hornkorallen. Auch sie bilden baumförmig verzweigte, von einem Hornskelett gestützte Kolonien. Das dunkle, von jedem Kalk freie Skelett ist aber überall mit kleinen Dornen bedeckt, außer an den Spitzen der neuen und auf den ältesten, dicksten Ästen sowie auf dem Hauptstamm einer Kolonie,

der mit verbreiterter Basis auf Steinen aufsitzt. Alle Zweige des Skeletts sind von hohlen Achsenkanälen durchzogen. Die wenig hübschen, niedrigen und breiten Polypen sitzen in einem Cönosark, das die Äste gleichmäßig überzieht; in den ältesten Teilen der Kolonien sterben sie ab, so daß das Skelett hier frei zutage liegt. Von den Gorgonaceen-Polypen mit ihren zierlich gefiederten acht Armen unterscheiden sich die der Antipatharier sofort durch die sechs plumpen, ungefiederten Tentakel; nur selten sind es mehr als sechs, und dann sind die zuerst entstandenen sechs immer die stärkeren. Es werden auch meistens nur sechs vollkommene Septen ausgebildet, zu denen bei manchen noch sechs unvollkommene hinzutreten. Nur zwei der vollkommenen tragen Geschlechtsorgane.

Die Mittelmeerfischer nennen die Antipathes-Arten der Farbe des Skeletts wegen schwarze Korallen, namentlich den Euantipathes glaberrimus *Esp.*, die „unechte" schwarze Koralle, im Gegensatz zur „echten", Euplexaura antipathes *L.* (s. S. 135). Doch wurde auch ihr Skelett früher vielfach zu Schmucksachen verarbeitet, die sich in Silberfassung recht hübsch ausnehmen.

Vierte Klasse:
Planuloidea.

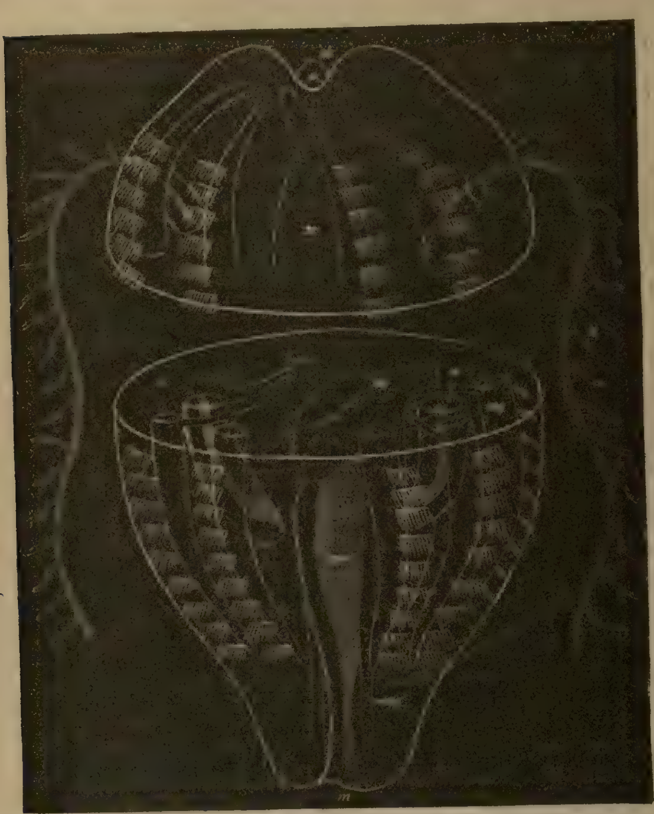
Zu den Nesseltieren zählt Hatschek noch einige eigentümliche, sehr einfach gebaute Organismen, die parasitisch leben, die Dicyemida in der Niere der Tintenfische und die Orthonectida in verschiedenen wirbellosen Tieren des Meeres, wie Schlangensternen und allerhand Würmern. Diese „Planuloideen" bestehen nur aus einer Lage von Ektodermzellen, die Entodermzellen umschließen. Nach der Meinung des genannten Forschers sind sie in der Entwickelung steckengebliebene Larven von Nesseltieren; der einfache Bau ist, wie vielfach im Tierreich, eine Folge des Schmarotzerlebens in den Geweben anderer Tiere. Alle Organe für Fang und Aufnahme von Nahrung sind nicht mehr nötig, weil ja der Parasit „in Nahrung schwimmt" und sie direkt in jede Zelle aufnehmen kann. — Andere Forscher halten die Tiere für weitgehend umgebildete Würmer. Zuerst wollte man sogar in ihnen das Bindeglied zwischen Einzelligen und Gewebstieren gefunden haben und stellte sie mit ein paar anderen rätselhaften Wesen geradezu als Übergang, als „Mesozoa", zwischen die beiden großen Abteilungen des Tierreichs. Wenn ihnen diese Bedeutung für die Stammesgeschichte heute auch nicht mehr beigemessen werden kann, so stehen sie doch rein ihrem Bau nach zwischen Proto- und Metazoen. In ihrer Entwickelung wechseln zwei verschiedene Generationen miteinander ab („Heterogonie"): eine Generation „agametischer" Weibchen, deren Eier der Befruchtung nicht bedürfen, mit einer daraus entstehenden Generation von Männchen und Weibchen, deren Geschlechtszellen kopulieren.

Ein freilebendes Metazoon, Trichoplax adhaerens *F. E. Sch.*, aus dem Golf von Triest, ist, nach Krumbachs allerdings nicht unbestrittener Ansicht, eine abnorme Medusenlarve; auch die Natur anderer, hierher gezählter Formen ist sehr unsicher.

Zweiter Unterkreis:
Rippenquallen (Ctenophora).

In ihrer vollendeten Durchsichtigkeit, der wunderbaren Zartheit ihrer Gewebe und ihren sanft abgetönten Farben sind die Rippenquallen die allerschönsten unter den zahlreichen reizvollen Formen der Cölenteraten. Sie werden in diesen Kreis gestellt, weil sie,

wie die Medusen und Polypen, nur über ein einziges Hohlraumsystem im Körper verfügen und wie jene nur aus einem ektodermalen Haut- und einem entodermalen Darmblatt bestehen, zwischen denen sich eine Stützsubstanz entwickelt. Wenn es darin, wie bei Medusen, zu reicher Ausbildung von Gallertgewebe und infolgedessen zu einer solchen Durchsichtigkeit kommt, daß selbst geübte Forscher Mühe haben, manche Arten vom Boot aus im Meer überhaupt zu sehen, so ist dies eine Anpassung an das Leben im freien Wasser. Dadurch sind sie ebenfalls glashelle „Quallen“ geworden, wie jene anderen unter den Cnidariern, weichen aber in fast allen ihren Besonderheiten, außer in den allerursprünglichsten Grundzügen des Körperbaues, gänzlich von ihnen ab. Die Zugehörigkeit zu den Cölenteraten wurde deshalb von manchen Forschern überhaupt in Frage gezogen, namentlich als sonderbar umgebildete Ctenophoren bekannt wurden, die in ihrer Organisation Übergänge zu niederen Plattwürmern darstellen. Man ist darin soweit gegangen, daß die Rippenquallen für „degenerierte Würmer“ erklärt wurden. Heute neigt die allgemeine Auffassung der Zoologen dahin, daß die Ctenophoren Cölenteraten sind und mit jenen Plattwürmern gemeinsame Ahnen haben, die einfach gebauten Ctenophoren geglichen haben mögen. Damit aber ständen die Ctenophoren in der Stammreihe, die von den blastula- und gastrulaartigen Urformen der Metazoen heraufführt zu den Würmern und weiter zu den Wirbeltieren, während die Nesseltiere nur einen besonders reich entfalteten Seitensproß des Stammbaumes darstellen würden.



Schema einer Rippenqualle. Nach K. Günther aus dem „45. Bericht der Senckenberg. Naturf. Ges.“, Frankfurt a. M. 1914. sk Sinneskörper, tr Trichter, te Tentakel mit Nebenfäden, hg Hauptgefäßstamm, ts Tentakelscheide, mg Meridionalgefäß, ma Magen, mag Magengefäß, m Mund.

Wie eine typische Ctenophore aussieht, davon gibt Hormiphora plumosa *Sars*, eine mattweißliche birnförmige Qualle mit langen, zarten Tentakeln, ein gutes Bild (s. die Farbentafel bei S. 181). Angehörige ihrer und nahe verwandter Gattungen treten in allen Meeren häufig auf, manchmal so zahlreich, daß sie dem Plankton einen bestimmten Charakter geben. Alle bewegen sich nach einer eigentümlichen Methode, die nur bei Rippenquallen vorkommt: kleine, quergestellte Ruderplättchen, auf acht Längsrippen in etwa gleichen Abständen angeordnet, ziehen von einem Pol zum anderen. Diese Plättchen sind weiter nichts als

besonders lange, miteinander verklebte Wimpern; ihr Schlag bewegt den Organismus durch das Wasser. Dabei geht der Pol, an dem sich der Mund des Tieres befindet, voran; der andere, der „aborale" Pol, enthält ein Sinneszentrum, von dem aus die Bewegung der Plättchen eingeleitet und geregelt wird. Sie schlagen nicht alle gleichzeitig, sondern die Bewegung schreitet von einem zum anderen weiter, so daß Schlagwellen vom Sinnespol aus über die Rippen hinweglaufen. Begleitet werden die Wellen von einem wunderbaren Farbenspiel, das infolge von Interferenzerscheinungen in den kleinen Rudern entsteht: fortdauernd rieseln alle Farben des Regenbogens auf den acht Bahnen den zarten Körper entlang.

Wie Scyphozoen und Anthozoen haben die Rippenquallen einen ektodermalen Schlund, der aber die Aufgabe eines Magens erfüllt und auch „Magen" heißt (ma in der Abbildung auf S. 178). Alles, was an kleinen Krustern und anderem Planktongetier durch den großen Mund (m) hineingelangt, wird darin zerlegt und das Unverdauliche zusammen mit reichlichem Schleim wieder ausgestoßen. Der nutzbare Speisebrei aber gelangt durch eine kleine Öffnung, die durch ringförmig angeordnete Muskelzellen verschlossen werden kann, in einen großen Sammelbehälter, den „Trichter" (tr). Der seitlich zusammengedrückte Magen und der Trichter mit seinen Hauptverzweigungen legen für das ganze Tier zwei aufeinander senkrecht stehende Symmetrieebenen fest: die Magenebene und die Trichterebene. Die Rippen liegen paarweise in den vier Quadranten, in die der Organismus durch diese Ebenen geteilt wird. Nach dem Sinnespol zu verengt sich der Trichter zum „Trichtergefäß", das sich schließlich in zwei Schenkel spaltet. Sie münden durch verschließbare „Exkretionsporen" in einer Diagonalebene nach außen. In bestimmten Intervallen tritt hier ein Teil der Flüssigkeit aus den Binnenräumen nach außen; sie enthält die Ausscheidungen, die aus der umfangreichen Gallerte mit Hilfe eigenartiger Exkretionsorgane, der „Wimperrosetten", herausgeschafft werden. Diese sind überall in den Wänden eines Kanalsystems verteilt, das vom Trichter ausgeht; es ist nicht allein dafür da, Exkrete nach außen zu leiten, sondern dient in erster Linie der Verteilung der Nahrung und des sauerstoffreichen Wassers im ganzen Körper. Von dem Verlauf dieser Kanäle bei einer ursprünglich gebauten Ctenophore gibt die Abbildung auf S. 178 einen Begriff. Vom Trichter aus gehen in der Trichterebene zwei Hauptstämme (hg), die sich teilen. Jeder Ast gabelt sich nochmals, und so treten acht radiär verlaufende Gefäße an je eine der acht Rippen: sie münden in acht unter den Rippen verlaufende „Meridionalgefäße" (mg). An der Ursprungsstelle der Hauptstämme zieht außerdem jederseits in der Trichterebene ein Magengefäß (mag) am Magen entlang zum Mundpol hin, und je ein Tentakelgefäß an die ektodermalen Taschen (ts), in denen die Tentakel (te) entspringen.

Diese liegen immer in der Trichterebene, zwei lang ausdehnbare Fäden, die dem ruhig schwimmenden Tier in eleganten Windungen folgen, beim geringsten Reiz aber blitzschnell in die Tentakelscheiden zurückgezogen werden. Sie sind mit vielen Nebenfäden besetzt, die nur auf einer Seite abgehen, aber häufig scheinbar in Spiraltouren um den Tentakel sitzen, weil sich diese selbst spiralig gedreht hat. Bewaffnet sind die Fangfäden mit Klebzellen, drüsigen, halbkugeligen Vorsprüngen auf den Nebenfäden, die mit Hilfe eines elastischen, in der Ruhe spiralig aufgerollten Achsenfadens verankert sind. An Wirksamkeit für den Fang kleiner Beutetiere stehen die Klebzellen den Nesselzellen der Cnidarier — die den Ctenophoren, abgesehen von einem nicht unbestrittenen Falle bei Euchlora rubra *Köll.*, ganz fehlen — nicht nach, zumal sie auf den Nebenfäden dicht gesät liegen. Berührt ein Krebschen einen solchen Faden, so wird es gleich durch ein paar Dutzend der Drüsenkuppeln gehalten; die elastische Verankerung kann den Bewegungen des Beutetieres nachgeben, bis es

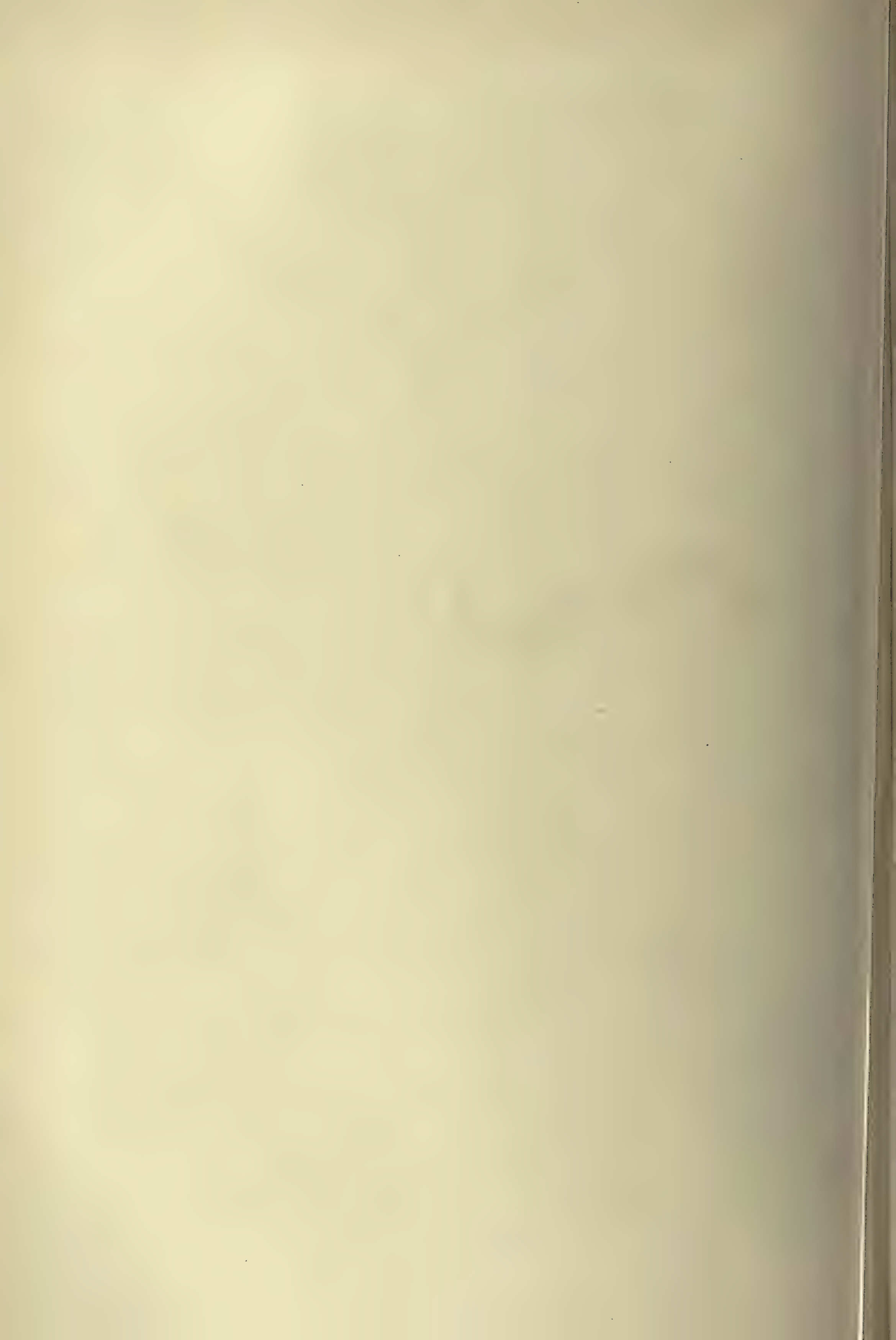
ermattet, und bringt schließlich den Apparat wieder an seinen Platz, anders als bei den Nesselkapseln, die, einmal verschossen, durch neue ersetzt werden müssen. Außer den Klebzellen treten in den Tentakeln der Ctenophoren noch sogenannte „Tastzellen" auf, die der Aufnahme von Berührungsreizen dienen sollen.

Wichtigstes Sinnesorgan aber ist bei den Rippenquallen ein Bezirk (sk) am aboralen Pol. Hier sitzt in einer etwas vertieften, von einer durchsichtigen Glocke überdeckten Wimperepithelpartie ein „Statolith", eine maulbeerförmige Anhäufung von Kalziumphosphatkörnern, auf vier elastischen Federn, die ständig in zitternder Bewegung sind. Von der Basis jeder Feder läuft ein Streifen Flimmerepithel durch eine Öffnung aus der Glocke heraus. Dann teilen sich die vier Streifen, und ihre Fortsetzungen sind die acht Rippen mit den Wimperplättchen. Daß der Sinneskörper in Beziehung zu ihrer Tätigkeit stehen muß, erweist die Verbindung damit. Welchen Einfluß er ausübt, haben Versuche ergeben. Wie Verworn festgestellt hat, strebt die Ctenophore nach einer Gleichgewichtsstellung, in der die Hauptachse des Körpers senkrecht steht; die Stellung mit dem Munde nach oben ist Normalstellung, in der das Tier beim Schweben und bei ruhiger Bewegung Nahrung aufnimmt, die umgekehrte aber, mit dem Sinneskörper nach oben und dem Mund nach unten, ist Fluchtstellung, in der eine erregte Ctenophore im Aquarium allerdings lange verharren kann. Kommt die Rippenqualle nun durch irgendwelche äußeren Umstände in eine schräge Lage, so wird der Zug oder Druck des Statolithen, der bisher gleichmäßig an allen vier Federn angriff, auf einer Seite stärker, auf der anderen schwächer werden. Der Reiz auf die Federn der nach unten geneigten Seite erregt die entsprechenden Flimmerstreifen und Rippenpaare, und durch erhöhte Schlagzahl der Plättchen dieser Seite richtet sich die Ctenophore wieder in die Gleichgewichtsstellung auf. Der Sinnespol regelt also lediglich die Stellung des Tieres, indem er den Bewegungsorganen entsprechende Anstöße erteilt, ist aber kein nervöses Zentrum für den Ruderschlag. Wenn er ausgebrannt wird, schlagen die Plättchen trotzdem weiter und antworten auf mechanische und andere Reize.

Außer dem Statolithen ist in dem Sinnesbezirk am aboralen Pol in Gestalt der mit starken Wimpern versehenen „Polfelder" ein Organ vorhanden, das als Geruchsorgan gedeutet wird. Ob bei den Rippenquallen ein Nervensystem vorhanden ist oder nicht, ist eine strittige Frage. Eigentliche Nervenstränge, wie man sie unter den Rippen zur Weitergabe der Bewegungsanstöße an die Plättchen bei der fortschreitenden Wellenbewegung erwarten müßte, sind nicht nachweisbar. Dagegen sprechen physiologische Untersuchungen Bauers (1910) für ein Nervensystem, etwa eines jener diffusen Systeme, wie es bei Cnidariern vorhanden ist. — Die gallertige Grundsubstanz der Rippenquallen enthält eine gut entwickelte Muskulatur, mit deren Hilfe die Tiere ihre Gestalt ziemlich ausgiebig zu ändern, z. B. die Mundgegend lippenartig zu bewegen vermögen. Die Venusgürtel, von denen unten die Rede sein wird, führen sogar schlängelnde Bewegungen ihres bandförmigen Leibes aus.

Besonderer Art sind die Fortpflanzungsverhältnisse. Alle Ctenophoren sind Zwitter. Die Organe der Vermehrung liegen unter dem Epithel in den acht Meridionalgefäßen, jedesmal ein langgestreckter Eierstock und ein Hoden. Die meisten Arten trifft man das ganze Jahr durch geschlechtsreif, doch macht sich gegen das Frühjahr eine Steigerung der Fruchtbarkeit bemerkbar. Sind Eier und Samen reif, so gelangen sie in die Meridionalgefäße, indem sie deren Wand durchbrechen, und werden durch den Mund nach außen entleert; lebend gebärend ist, soweit bekannt, nur Tjalfiella (s. unten). Das befruchtete Ei entwickelt sich im freien Meer.





Erste Klasse:
Tentaculata.

Erste Ordnung:
Cydippidea.

Von den Rippenquallen unserer Tafel hat die kleine, bis 2 cm hohe Hormiphora plumosa *Sars* (s. die Farbentafel) im großen ganzen den typischen Bau. Die im Mittelmeerplankton regelmäßig auftretende Form ist, bis auf mattbraun gefärbte Wülste im Magen, ganz durchsichtig; leicht gelblich erscheinen die großen verästelten Nebenfäden der Tentakel, die in regelmäßigen Abständen zwischen normalen Nebenfäden stehen und die Art kennzeichnen. Die Plättchenreihen ziehen vom Sinnespol aus nur über einen Teil des Körpers.

Zweite Ordnung:
Lobata.

Eine interessante Erscheinung bieten zwei andere Mittelmeer-Ctenophoren, Bolina hydatina *Chun* und die wundervolle, ungemein zarte Eucharis multicornis *Eschz.* Winzige Larven dieser Arten, von 0,6—0,8 mm Größe, bilden funktionsfähige Geschlechtsorgane aus und pflanzen sich fort; dann wird das Keimlager wieder rückgebildet, die Larve vollendet ihre Metamorphose, und die ausgebildete Rippenqualle wird zum zweitenmal geschlechtsreif; Eucharis kann dann einen halben Meter breit sein! Chun hat diese von ihm entdeckte Form der Fortpflanzung „Dissogonie" genannt.

Beide Arten gehören zur Ordnung der „lobaten" Ctenophoren, die durch zwei umfangreiche seitliche Gallertlappen ausgezeichnet sind. In der Jugend sehen sie noch „normal" aus. Trotz ihrer Größe sind sie die zartesten unter allen; nach einem Sturm dauert es lange Zeit, bis man wieder einmal eine unversehrte Eucharis schöpfen kann.

Dritte Ordnung:
Cestoidea.

Wer zum erstenmal einen **Venusgürtel**, Cestus veneris *Lesr.*, zu Gesicht bekommt, wird kaum glauben wollen, daß er in diesem langen, dünnen Gallertband eine Ctenophore vor sich hat. Und doch ist der ganze Bau des wundersamen Geschöpfes der einer echten Rippenqualle, und es ist auch von ganz typischen Formen abzuleiten, denn die kleinen Larven, die uns durch Chun bekanntgeworden sind, sehen kleinen Ctenophoren von normalem Bau noch völlig ähnlich. Im Laufe der Entwickelung dehnt sich dann der Körper in der Magenebene gewaltig aus, während er sich in der Trichterebene abplattet. Betrachtet man einen gefangenen Gürtel einmal genauer (Abb., S. 182), so entdeckt das allmählich geschärfte Auge an dem durchsichtigen Riemen, über dessen Ränder der Farbenwechsel der Ctenophorenrippen gleitet, alles, was zur Ctenophore gehört. In der Mitte ein weißlicher Streifen: deutlich am einen Ende der Statolith, darunter Trichter und Magen, beide sehr klein. Dann in der Nachbarschaft des Sinneskörpers wie üblich die acht Rippen mit

den Schwimmplättchen, davon sind vier ganz klein, während die vier übrigen, der Magenebene benachbarten gewaltig verlängert den Oberrand des Bandes nach beiden Seiten einsäumen. Sie haben alle acht ihre „Meridional"gefäße; die der großen Rippen liegen oben, den Rippen selbst benachbart; die der vier rudimentären Rippen aber, die nur neben dem Statolithen eben angelegt sind, biegen rückwärts bis zur Mitte des Bandes und verlaufen hier parallel dem Rande bis ans Ende. Auf der Mundseite sieht es aus, als wäre da eine etwas längere Bewimperung als oben an den Rippen des Oberrandes: es sind zahllose feine Tentakelseitenfäden, die in Tentakelrinnen an den Seiten einer über den ganzen Unterrand ausgezogenen Mundrinne festgewachsen sind; eigentliche Hauptentakel fehlen. Um auch diesen Partien Nahrung und Sauerstoff zuzuführen, gehen Tentakelgefäße dicht an den Tentakelrinnen entlang bis ans Ende des Bandes. Hier aber zeigt die Organisation des Venusgürtels eine Besonderheit: alle die Gefäßschenkel, die zu diesem Endzipfel hinlaufen, oben die der Magenebene zunächst gelegenen Rippengefäße, in der Mitte die der



Venusgürtel, Cestus veneris *Lesr.* Nach Chun, „Die Ctenophoren" (Fauna und Flora des Golfes von Neapel).

Trichterebene einer normalen Ctenophore benachbarten Rippengefäße und unten die Tentakelgefäße, verbinden sich hier untereinander.

Große Venusgürtel werden bei etwa 8 cm Höhe bis 1½ m lang; kleinere sind vollkommen wasserklar und durchsichtig, nur das Irisieren ihrer Wimperplättchen läßt beständig alle Farben des Regenbogens über den Rand hinweggleiten; größere haben einen zart-violetten Anflug. In ganz besonderem Glanz aber zeigt sich Cestus veneris, sobald er gereizt wird, wenn auch nur durch Wellenschlag: nach und nach läuft eine blaugrüne Farbe über den ganzen Körper, die tiefer und tiefer wird, bis zu einem Ultramarinblau, so zart und leuchtend, daß kein Pinsel sie wiedergeben könnte, daß man aber einen gefangenen und wieder freigelassenen Gürtel daran noch in ziemlicher Tiefe erkennen kann. Träger dieser Reizfarbe sind besondere „Fluoreszenzzellen" des Ektoderms. Hand in Hand mit dem Erblauen dürfte das prächtige Leuchten gehen, das der Venusgürtel im Dunkel ausstrahlen läßt, eine der wunderbarsten Erscheinungen, die ein nächtlicher Besuch im Seewasseraquarium offenbaren kann.

Die Annahme liegt nahe, daß sich der Venusgürtel im Wasser schlängeln wird. Fast alle Bilder deuten dies an, und in der Tat bewegen sich gefangene in anmutigen Windungen in ihren Behältern, die übrigens gegen jede Wasserströmung sorgfältig geschützt sein müssen, damit diese zarten Kinder des Meeres nicht sofort zerrissen werden. Diese Windungen treten aber nur ein, wenn die Tiere irgendwie gereizt sind. Draußen im Meer bei stillem

Wetter schwimmen sie als echte Ctenophoren nur durch den Schlag ihrer Schwimmplättchen und ganz gerade gestreckt. Chun hat bei ruhiger See auf zahlreichen Ausflügen Hunderte beobachtet, die nur durch lebhaftes Schlagen der Ruderplättchen, dem ungeübten Auge fast unsichtbar, dahintrieben, ohne daß ein schlängelndes Exemplar darunter war.

Vierte Ordnung:
Platyctenida.

Ebenfalls von der Grundform stark abweichend, aber durch die Richtung, in der ihre Anpassungen sich vollzogen haben, noch viel interessanter sind die Platykteniden, Ctenophoren, die mit der Mundseite auf dem Boden, auf Algen oder im Wasser treibenden Gegenständen herumkriechen. Ihr Körper ist völlig abgeplattet, wie der mancher Plattwürmer, der Planarien des Süßwassers und der Meeresküste, und genau so wie jene bewegen sie sich durch Wimpern auf der „Bauchseite“ (in deren Mitte auch wie bei jenen primitiven Würmern der Mund liegt) in eigentümlich gleitender Weise und sind rein äußerlich von ihnen kaum zu unterscheiden. Aber auch die Anatomie zeigt, daß eben in dieser Gruppe offenbar das Bindeglied vorliegt, das von den Ctenophoren zu den niedersten Plathelminthen hinüberleitet.

Die Vertreter der Gattung Ctenoplana, so Ct. kowalevskii *Kor.*, von Korotnev 1885 zum erstenmal bei Pulu Pandan westlich Sumatra, dann von Willey bei Neuguinea gefunden, erinnern noch am ehesten an typische Rippenquallen. Sie sind rosarot oder grün. Auf der Oberseite entdeckt man noch kleine Meridionalrippen mit je 7—8 Ruderplättchen, durch deren Schlag das Tier sogar noch frei im Wasser schwimmen kann. Die kleine Scheibe (etwa 6 mm im Durchmesser) klappt dann nach unten zusammen wie zwei Blätter eines Buches; Faltungslinie ist die alte Trichterebene, hier gekennzeichnet durch die beiden mit Nebenfäden versehenen, sehr beweglichen Tentakel und ihre Tentakelscheiden. Kriecht das Tier aber flach ausgebreitet auf irgendeiner Unterlage oder auch mit der Bauchseite nach oben am Wasserspiegel hängend, wie dies unsere Süßwasserschnecken und bezeichnenderweise viele Planarien auch können, dann liegen die Rippen in Nischen zwischen Wülsten versteckt, die durch Vorstülpungen des Darms und der Tentakelscheiden verursacht werden. Sie können sogar so weit zurückgezogen sein, daß sie von außen nicht mehr sichtbar sind. Oben in der Mitte sitzt ein Statolith, von zwei Halbkreisen von Sinnestentakeln umgeben, auf der Unterseite ihm gegenüber der Mund; dieser führt in einen weiten, in der Magenebene abgeplatteten Hohlraum, von dem auf der Rückenseite in den Diagonalen vier Fortsätze abgehen; auf der Bauchseite verbinden sich diese mit einem System unregelmäßiger, enger Kanäle.

Völlig planarienartig sind die Arten der Gattung Coeloplana, die aus dem Roten Meer (C. metschnikowi *Kow.*) und von der japanischen Küste (C. willeyi *Abb.*) bekannt sind. Sie finden sich, nach Abbot, der sie am letztgenannten Orte genau studierte, bei Ebbe in etwa zwei Fuß tiefem Wasser an Steinen und Tang, namentlich in den Lachen, die von der Flut zurückgeblieben sind und von den Sonnenstrahlen durchwärmt werden. Nach einer Richtung ausgestreckt, erreicht die eine Art, C. willeyi (s. die Abb., S. 184), 5—6 cm Länge, als rundliche Scheibe nur 1—2 cm Durchmesser, zieht sich aber bei Beunruhigung auf $^1/_5$ dieses Umfangs zusammen. Ruderplättchen fehlen ihnen völlig, und sie schwimmen daher niemals. Wie Amöben schicken sie aus dem sich fältelnden Rand des ganz weichen Körpers einen Lappen nach irgendeiner Richtung vor, dem das ganze Tier nachfolgen kann. Wie Ctenoplana kriechen

sie auch am Wasserspiegel entlang, mit der Rückenseite nach unten, und dann schwingen zwei Tentakel mit zahlreichen Nebenfäden, die reichlich mit Klebzellen versehen sind, im Wasser. Auch bei lebhafter Bewegung auf einer Unterlage werden die Tentakel oft plötzlich, auch unabhängig voneinander, wie weißliche Wolken aus den rötlichen oder tiefbraunen „Würmern", möchte man unwillkürlich sagen, ausgestoßen. Wird das Tier am Wasserspiegel gestört, dann zieht es sich zusammen und sinkt als formloser Klumpen zu Boden. Zum Aufenthalt zieht die braune Form braune, die rote rote Algen vor, und so sind die Tiere durch diese von verzweigten Pigmentzellen hervorgerufenen Anpassungsfarben vor den Augen ihrer Feinde geschützt. Der Sinneskörper auf der Oberseite ist klein; das Darmsystem ist ein Netzwerk von Kanälen, aus denen kleine Blindsäcke bis an den Rand des Tieres gehen. Ausstülpungen des Darmes enthalten auch die fingerförmigen Fortsätze auf dem Rücken der Coeloplana, die nach Belieben ein- und ausgestülpt werden können. Offenbar dienen sie als „Kiemen" der Atmung. Dafür spricht die Beobachtung Abbots, daß sie bei gefangenen Tieren vorgestreckt werden, wenn das Wasser des Behälters schlecht wird.



Coeloplana willeyi *Abb.* auf einem Tangblatt. Nach Abbot („Zool. Jahrb.", Anat., Band 24, 1907).

Und schließlich ist eine Ctenophore auch noch seßhaft geworden: Tjalfiella tristoma *Mrtsn.* aus dem Umanak-Fjord in Westgrönland; sie ist, nach Mortensen, den beiden anderen Platykteniden offenbar verwandt. Gefunden wurde das eigenartige Geschöpf auf dem Stiel einer Umbellula (s. S. 137). Wie bei den anderen ist die Mundseite der Unterlage zugekehrt. Damit wäre der Mund bei dem festsitzenden Tier außerstande, seine Aufgabe zu erfüllen; Aufnahmestellen für die Nahrung müssen dadurch geschaffen werden, daß zwei Ecken des Mundes sich zu Röhren verlängern und nach oben umbiegen, an deren Enden dann je eine neue Mundöffnung gebildet ist. Beide führen die Nahrung zum ursprünglichen Mund, der in ein verästeltes Kanalsystem führt. Vier Paar Erhöhungen an der Oberseite enthalten die Genitalorgane, Ovar und Hoden in jeder Erhebung. Die Eier aber gelangen nicht ins Freie, sondern entwickeln sich — der einzige derartige Fall innerhalb der Klasse — im mütterlichen Organismus. Jedes Ei wächst in einem besonderen Brutraum in der Haut (einer Aussackung des Darmsystems) zu einer richtigen kleinen Ctenophore mit Ruderplättchen heran, die schließlich nach außen durchbricht und munter davonschwimmt. Sie setzt sich fest, und was nicht mehr nötig ist, wird abgelegt: das Sinnesorgan wird ganz rudimentär und die Wimperplatten verschwinden.

Zweite Klasse:
Nuda.

Im Gegensatz zur großen Menge der Ctenophoren, den „Tentaculata", wird eine kleine, artenarme Gruppe gebracht, denen die Fangtentakel fehlen (Nuda, die Nackten). Sie gehören zu den häufigsten großen Planktontieren und sind in allen Meeren anzutreffen. Eine der bekanntesten und schönsten ist Beroë ovata *Eschz.*, die Melonenqualle (s. die Farbentafel bei S. 181); als häufigste Mittelmeer-Rippenqualle ist sie auch die, auf der die meisten Untersuchungen über das Verhalten der Ctenophoren fußen. Ein aedrungener, fast zylindrischer Körper, bei jungen Tieren weißlich durchsichtig, bei alten rosarot, der auf den acht Rippen von dem abgerundeten Sinnespol bis zu dem weiten Mund am anderen Ende das Farbenspiel der Ruderplättchen erglänzen läßt, so stellt sich die Ctenophore von außen dar. Ein Blick in den, wie immer in der Ruhe, nach oben gekehrten Mund erweckt den Eindruck, das ganze Tier sei völlig hohl: ein ungeheurer Magen nimmt fast den ganzen Raum ein. Der Trichter, der sich erst dicht unter dem Sinnespol hieran anschließt, ist winzig klein. Von ihm geht ein Kanalsystem aus, das wesentlich wie das der typischen Ctenophoren gebaut ist; auffallend sind nur die zahlreichen, verästelten Kanälchen, die, auch äußerlich sichtbar, von den Rippengefäßen aus in die für eine Rippenqualle recht feste und muskulöse Wandung eingewuchert sind. Dadurch ist eine viel bessere Ernährung und Durchatmung des ganzen Körpergewebes gewährleistet, die Beroë auch zu viel stärkeren Leistungen befähigt, als die fast nur aus weicher Gallerte bestehenden übrigen freischwimmenden Ctenophoren. Sie vermag außerordentlich geschickt herumzuschwimmen und ist eines der gefräßigsten Raubtiere im Plankton. Mit Vorliebe fällt sie die großen, zarten Eucharis an, auch wenn diese mehrfach größer sind als sie selbst. Chun erzählt von einer Erfahrung: „Ein jeder, der mit ihrer Lebensweise noch wenig vertraut ist und Beroën gemeinschaftlich mit den übrigen Arten in einem Bassin aufbewahrt, wird erstaunt sein, nach ein bis zwei Tagen nur noch die kräftigeren Beroë vorzufinden. Er wird zunächst auf die Vermutung kommen, daß die übrigen zugrunde gingen und sich auflösten, bis er zufällig die unangenehme Entdeckung macht, daß sie sämtlich den gefräßigen Genossen zum Opfer gefallen sind. Ganz gewaltige Bissen vermag eine Beroë zu bewältigen. So hatte ich einmal eine der größten Eucharis in ein geräumiges Bassin gesetzt, um eine Skizze entwerfen zu können. Ich achtete nicht eher auf eine halb so große Beroë forskalii, die schon seit längerer Zeit gehungert hatte, als bis dieselbe, offenbar von ihrem Geruchsvermögen geleitet, in großen Kreisen mit weit geöffnetem Maul umherzuschwimmen begann. In der Nähe der Eucharis angelangt, schoß sie mit gewandter Wendung auf dieselbe los, faßte sie mit ihrem breiten Maul und begann das lebhaft mit den Schwimmplättchen schlagende wehrlose Tier hinabzuwürgen. Ich rief mehrere der anwesenden Herren herbei, die es alle kaum für möglich hielten, daß solch ein voluminöser Bissen bewältigt werden könnte, doch nach kaum einer Viertelstunde hatte sich die Beroë vollständig über die Eucharis weggezogen und lag, zu einem unförmigen Ballon aufgedunsen, verdauend am Boden."

Um ihren Platz zu verändern, ist Beroë nicht nur auf das Spiel der Ruderplättchen angewiesen. Sie ist, wie übrigens auch bei anderen Ctenophoren beobachtet wurde, in der Lage, ihr spezifisches Gewicht zu verändern und demgemäß ohne Beihilfe der Ruderorgane zu sinken und zu steigen. Vermutlich werden, wenn das Tier steigen soll, in den

Gewebezellen spezifisch leichte Stoffe gebildet und angesammelt, die dann, beim Sinken, durch Kontraktion der überall in der Gallertsubstanz vorhandenen Muskelzellen wieder ausgepreßt werden. Da der Wassergehalt der Ctenophoren 96 Prozent übersteigt, werden schon geringfügige Änderungen im spezifischen Gewicht genügen, um eine Ortsversetzung nach oben oder nach unten zu bewirken.

Berühmt sind die Beroë-Arten auch durch das hellstrahlende bläuliche Licht, das sie zur Nacht verbreiten, wenn sie irgendwie gereizt werden. Es treten in jedem Meridionalgefäß zwei leuchtende Bänder auf. Sitz des Leuchtens sind wohl in der Hauptsache die hier gelegenen Geschlechtsorgane, in deren Bereich bei reifen Tieren naturgemäß ein starker Stoffumsatz stattfindet; aber auch Eier und Larven der Ctenophoren leuchten bereits. Dabei scheint — allgemein bei leuchtenden Rippenquallen (A. W. Peters) — ein besonderer Stoff gebildet zu werden, durch dessen Zerlegung auf Reize hin Energien frei werden, die als Lichterscheinungen sichtbar sind. Vorausgegangene Beleuchtung der Ctenophore, wenn auch nur durch so schwaches Licht wie das Mondlicht, verhindert die Bildung dieser Substanz; erst wenn die Tiere eine Zeitlang im Dunkeln waren, vermögen sie ihr Licht erglänzen zu lassen.

Würmer (Vermes).

Bearbeitet von Professor Dr. F. Hempelmann und Dr. E. Wagler.

Dieser Kreis der mehrzelligen Tiere ist ebenso wie alle weiteren noch folgenden gegenüber den Hohltieren dadurch ausgezeichnet, daß bei seinen Angehörigen zu den beiden Keimblättern der Cölenteraten, dem Ektoderm und Entoderm, regelmäßig noch ein drittes, das mittlere Keimblatt oder Mesoderm, kommt, das seinen Ursprung von einem der beiden anderen, bald vom äußeren, bald vom inneren, zu nehmen pflegt.

Kein Tierkreis hat eine so bewegte Geschichte wie der der Würmer (Vermes). Einerseits hat man seit Linnés Zeiten allerlei Formen abgebröckelt, anderseits aber auch wieder allerlei hinzugefügt, und noch zur Zeit ist kein Typus der Wirbellosen weniger in sich abgeschlossen, und es ist infolgedessen von keinem schwieriger, eine gemeinsame Charakteristik zu geben als von dem der Würmer. Was man nirgends sonstwo von Tieren unterzubringen wußte, hat man seit je unter die Würmer gesteckt. Wie haben sich doch seit Linné die Zeiten geändert! Damals lernte man, daß es sechs Tierklassen gäbe: Säuger, Vögel, Amphibien, Fische, Insekten und — Würmer. Was war nicht alles in diesen großen Topf „Würmer" hineingeworfen! Und wie sicher wußte man, daß die Würmer „ein Herz, mit nur einer Kammer, ohne Vorkammer besäßen, kaltes, weißliches Blut und keine Fühlhörner, sondern bloß Fühlfäden". Auf Regenwurm, Schnecke, Seestern, Polyp mußten jene Worte passen. Auch in dem System Cuviers sind die Würmer eine sehr anfechtbare Stelle. Eine Abteilung, die Gliederwürmer, deren Körper unverkennbar aus Ringeln zusammengesetzt ist, reihte Cuvier an die Gliederfüßer und nannte die so gebildete Tiergruppe Gliedertiere; die anderen, Eingeweidewürmer und dergleichen, verwies er zu den Strahltieren, zu denen nur einzelne verborgene und höchst fragliche Beziehungen obwalten.

Die Urtiere, Hohltiere, Stachelhäuter, Weichtiere, Gliederfüßer, Muschellinge, zusammen die Salpen und Seescheiden als Manteltiere und die Wirbeltiere bilden jetzt besondere Tierkreise; das Lanzettfischchen (Limax lanceolaris bei Pallas) ist als ein den Vorfahren der Wirbeltiere ähnliches Tier erkannt, der Inger (Myxine glutinosa), den Linné gleichfalls zu den Würmern stellte, hat sich als ein merkwürdiger Fisch aus der Gruppe der Rundmäuler entpuppt. Auf der anderen Seite sind die lange erst als Infusorien, dann als Gliederfüßer angesehenen Rädertiere und die Armfüßer, die während mehrerer Jahrhunderte als Muscheln galten, unter die Würmer versetzt worden, und man hat versucht, ihnen die Moostierchen folgen zu lassen. Die Armfüßer werden jedoch jetzt allgemein mit den Moostierchen zusammen von den „Würmern" getrennt und einem besonderen Tierkreis, dem der Muschellinge, zugeordnet. Man hat auch lange Zeit hindurch nach ihrer Lebensweise alle

parasitisch im Inneren des Körpers von anderen Organismen vorkommenden Würmer und wurmartigen Tiere, wie z. B. Fliegenmaden, in der großen Gruppe der **Eingeweidewürmer** oder **Helminthen** vereinigt, eine Auffassung, der erst in der Mitte des 19. Jahrhunderts durch die aufklärenden Arbeiten von K. E. v. Baer und vor allem von Leuckart der Boden entzogen und die durch Carl Vogt endgültig beseitigt wurde. Wenn man trotzdem auch heute noch mitunter die Eingeweidewürmer unter dem Namen „Helminthen" zusammenfaßt, so ist das nur im biologischen Sinne zu verstehen, wie man auch von Land- oder Wassertieren redet.

Bei einer so bunt zusammengewürfelten Gesellschaft, wie sie der heutige Tierkreis der „Würmer" darstellt, kann es nicht wundernehmen, daß nun auch die Meinungen über die verwandtschaftlichen Beziehungen der einzelnen Wurmklassen zueinander und des ganzen Kreises zu den anderen Tierkreisen höchst schwankende sind. Man hat, indem man sich wieder auf den Cuvierschen Standpunkt stellte, die Analogie gewisser Würmer mit den Gliederfüßern, anderer mit den Quallen betont. Nein, sagt ein anderer, die nächsten Verwandten sind die Stachelhäuter, gewissermaßen aus Verwachsung hervorgegangene Wurmkolonien. Weit gefehlt! meinen die dritten, die nächsten Beziehungen bestehen zwischen Wirbeltieren und Würmern, und zwar Ringelwürmern. Ein Vierter und Fünfter lassen die Ansicht näherer Verwandtschaft zwischen Wurm und Wirbeltier gelten, aber der eine von ihnen sieht in den Schnurwürmern (Nemertini), der andere gar in den Pfeilwürmern (Sagitta) die verbindenden Glieder.

Eine weitere Hypothese stützt sich auf die unbestreitbare Ähnlichkeit, die zwischen den Larven vieler Weichtiere, Moostierchen, Ringel-, Stern- und Strudelwürmer einerseits und den ausgebildeten Rädertieren anderseits besteht, und nimmt als Ahnen der ganzen Gesellschaft ein rädertierartiges Geschöpf, die Trochophora (s. die Abbildung auf S. 274), an. Dagegen könnte man freilich einwerfen, Larven sehr verschiedener Tiere könnten durch weitgehende Übereinstimmung in der Lebensweise auch in ihrem Bau eine sehr große Ähnlichkeit erlangen. Nach dem heutigen Stande der Forschung, die sich vor allem auch auf eingehende embryologische Studien stützt, hat indessen der Zusammenschluß der eben genannten Tiergruppen zu dem sogenannten „Trochophora-Kreis" aus verwandtschaftlichen Gründen in der Tat viel Wahrscheinlichkeit für sich.

Mit dem Namen Trochophora hat man eine frei schwimmende Wurmlarve belegt. Nun finden wir häufig im Tierreich das zuerst von Haeckel aufgestellte „**biogenetische Grundgesetz**" bewahrheitet, das besagt: die Entwickelung des Einzeltieres ist eine kurze Wiederholung seiner Stammesgeschichte. Umschrieben würde dies heißen, die Entwickelungsstadien der heute lebenden Tierarten gleichen in ihrem Bau bis zu einem gewissen Grade deren Vorfahren. Es ist nun aber wohl kaum richtig, diesem Gesetze entsprechend in der Trochophora-Larve einen allen zum Trochophora-Kreis gehörenden Tiergruppen gemeinsamen Vorfahren zu erblicken. Vielmehr sprechen gewichtige Gründe dafür, daß die Larven der Trochophora-Tiere mehr oder weniger genaue Wiederholungen einer Larvenform der Ahnen dieser Tiere, aber nicht der Ahnen selbst sind.

Vielleicht ist gerade die sogenannte „**Müllersche Larve**" (s. die Abbildung auf S. 207) der Strudelwürmer jener uralten Larvenform noch am ähnlichsten. Strudelwurmartige Tiere sind aber wohl sicher die Ausgangsformen für alle anderen Plattwürmer, also vor allem für die Saug- und Bandwürmer gewesen. Auch die durch eine ziemlich einfache Larvenform ausgezeichneten Schnurwürmer gehören zu diesem Formenkreis, dem die noch

im erwachsenen Zustande in vieler Hinsicht an jene Wimperringlarven erinnernden Rädertiere beigesellt sein mögen. Am typischsten tritt die Trochophora-Larve bei den Ringel- und Sternwürmern auf, deren Gliederung man von den Anfängen einer solchen bei gewissen Strudelwürmern herzuleiten sucht. Anderseits hat in neuerer Zeit die Anschauung immer mehr an Boden gewonnen, welche die Strudelwürmer von radiär gebauten, frei schwimmenden Vorfahren abstammen läßt, auf die auch die heutigen Rippenquallen zurückgehen. So erhalten wir die Überleitung von den Hohltieren zu den Würmern durch Vermittelung der Strudelwürmer, aus denen einerseits die übrigen Plattwürmer hervorgegangen sind, und über die hinaus sich anderseits die Ringelwürmer entwickelt haben.

Eine besondere Stellung nehmen dagegen die Rundwürmer ein, deren Abstammung und etwaiger Zusammenhang mit den übrigen Würmern noch höchst zweifelhaft sind. Neuerdings hat M. Rauther vielleicht nicht mit Unrecht darauf hingewiesen, daß alle die mannigfaltigen, untereinander wieder sehr abweichend gebauten Formen, die man seither in der Gruppe der Rundwürmer zu vereinigen pflegte, also Fadenwürmer, Kratzer und Nematomorpha, wahrscheinlich nichts anderes darstellen als Nachkommen höher organisierter Gliederfüßerahnen, die durch ihre meist parasitische Lebensweise in verschiedenem, immer aber sehr starkem Maße rückgebildet sind.

Wie dem auch sein mag, wir wollen schon aus dem rein äußerlichen Grunde, um nicht kleinen, vereinzelt dastehenden Tiergruppen besondere Abschnitte widmen zu müssen, hier in dieser Abteilung neben den zweifellos echten Würmern auch solche besprechen, die wegen ihrer verwandtschaftlichen Beziehungen vielleicht anderen Tierkreisen näher zu stehen scheinen, wenn sie auch nicht in jene einbezogen werden dürfen, z. B. die Enteropneusten, oder solche, die wegen ihrer eigentümlichen Bauart und Entwickelungsweise überhaupt noch keinen Anschluß an einen der bestehenden größeren Tierverbände haben finden können, z. B. die Chätognathen.

Gegenüber den Hohltieren weisen die Würmer, abgesehen von dem bereits erwähnten Erwerb eines mittleren Keimblattes, einen viel mannigfaltiger ausgestalteten Körper auf, in dem die für die verschiedenen Lebenstätigkeiten bestimmten Organe deutlich umgrenzt nebeneinander gelagert sind. Mit dem Worte Wurm verbindet jedermann die Vorstellung eines seitlich symmetrischen, mehr oder weniger gestreckten Körpers, der bald walzenförmig ist wie beim Regenwurm, bald eine ausgeprägte, platte Bauchseite hat wie ein Egel, bald völlig platt ist, wie wir an den Bandwurmgliedern sehen. Im allgemeinen sind die Hautbedeckungen von weicher Beschaffenheit, und sehr allgemein sind, mindestens in einer gewissen Lebensperiode, gewisse Stellen der Oberfläche mit Flimmerhärchen versehen. Eine grundsätzliche Ausnahme machen nur die Rundwürmer; in keinem Falle ist bei ihnen der Nachweis eines Flimmerkleides geglückt. Die Haut selbst besteht meist aus einer, seltener aus mehreren Schichten von lebenden Epidermiszellen, deren äußere Oberfläche, abgesehen von den Strudel- und Schnurwürmern, fast immer ein mehr oder weniger dickes Oberhäutchen von chitiniger oder horniger Beschaffenheit, die Kutikula, abscheidet, die den Wurmkörper in seiner Form erhält und ihn vor Verletzungen schützt. Sehr häufig finden sich zwischen die Epidermiszellen Drüsenzellen eingelagert. Deren Abscheidungen sind schleimiger Natur und umhüllen oft in dichten Massen den Körper, um seine Oberfläche frei von Fremdkörpern zu halten, um ihn vor Feinden zu schützen, oder um der Haut eine gewisse Feuchtigkeit zu bewahren, die, wie wir bald sehen werden, besonders für die

auf dem Lande lebenden Würmer zur Atmung unbedingt erforderlich ist. In manchen Fällen, so bei den „Röhrenwürmern", dienen die Drüsenabscheidungen der Haut zum Aufbau von Wohnröhren, deren Wände mitunter sogar ziemlich stark verkalkt sind. Unmittelbar mit der Haut pflegt ein zusammenhängender Schlauch der Quere und Länge nach sich kreuzender Muskeln verbunden zu sein. Die Zusammenziehungen des Körpers, die schlängelnden Schwimmbewegungen, die Bewegungen einzelner Körperabschnitte, z. B. der Hautstummel, auf denen die Borsten stehen, werden von diesem Hautmuskelschlauch und seinen Teilen besorgt. Daß ein Wurm keine Beine hat, mit diesem wichtigen Merkmal ist auch der Laie vertraut. Fehlen Bewegungsorgane vollständig, so schlängelt eben der Körper, d. h. er führt wellenförmige Bewegungen aus, und zwar entweder horizontale, wie die Schlangen, oder, z. B. die Egel, vertikale. Andere Würmer bedienen sich beim Kriechen stummelartiger Hervorragungen der Haut und des Hautmuskelschlauches, in die einzelne Borsten oder ganze Borstenbündel eingepflanzt sind. Endlich treten Saugnäpfe als Hilfsbewegungsorgane bei parasitischen und frei lebenden Würmern auf.

Wenn ein Wurm Gliederung zeigt, so sind die einzelnen Glieder fast durchweg gleichförmig gebaut oder homonom. Äußerlich drückt sich diese Gleichmäßigkeit z. B. sehr gut in den Ringeln des Regenwurmes aus. Aber auch innerlich gleicht ein Glied dem anderen, alle mit wenigen Ausnahmen enthalten dieselben Organe. Nur das Vorderende ist oft als „Kopfabschnitt" durch besondere Eigentümlichkeiten vor dem übrigen Körper, dem „Rumpfabschnitt", ausgezeichnet.

Das Nervensystem der Würmer weist eine höhere Ausbildung auf als bei den Hohltieren. Die Nervenzellen legen sich in vielen Fällen zu Nervenknoten zusammen, die man dann Ganglien nennt. Von diesen ziehen die Fortsätze der Nervenzellen zu Bündeln als Nerven vereinigt durch den Körper nach den von ihnen beherrschten Gebieten. Zahlreiche niedere Würmer besitzen nur ein oder zwei symmetrisch in der Nackengegend gelegene Ganglien mit zwei davon abgehenden, längs des Bauches verlaufenden Nerven (s. die Abbildung auf S. 202). Wesentlich verschieden davon ist das Zentralnervensystem der Ringelwürmer. Seine Hauptmasse liegt ebenfalls unter dem Darm und ist der Ringelung (Segmentierung) des Wurmes entsprechend gegliedert. Jeder Ring (Segment) enthält dicht nebeneinander zwei Nervenknoten, die Bauchganglien, die sowohl unter sich als auch mit dem vorhergehenden und dem nachfolgenden Paar durch Nervenfäden verbunden sind. Das „Bauchmark" der Anneliden bekommt durch diesen Aufbau das Aussehen einer Strickleiter. Besonders stark entwickelt sind die beiden Ganglien im ersten Leibessegment. Sie werden als Unterschlundganglien den noch mächtigeren Oberschlundganglien (oder Hirn-, Cerebralganglien) gegenübergestellt, die nun über dem Anfangsdarm liegen und wieder unter sich Querverbindungen und nach den Unterschlundganglien Längsverbindungen, sogenannte Kommissuren, haben. Oberschlundganglien, Schlundkommissuren und Unterschlundganglien bilden so zusammen einen Ring, den Schlundring, und durch diesen verläuft die Speiseröhre zum Munde (Abb. S. 273). Von den Nervenknoten dieses zentralen Nervensystems gehen die sogenannten peripheren Nerven aus, die sich mit ihren Ästen über die Muskulatur und die Sinnesorgane verzweigen. Mehr unabhängig von dem zentralen Nervensystem pflegt sich vor allem auf dem Darm ein sogenanntes sympathisches Nervensystem auszubreiten.

Die Sinneswerkzeuge, namentlich die Augen, sind in dem Maße entwickelt, wie die Lebensweise der betreffenden Würmer eine mehr oder weniger freie und umherschweifende ist. Wie fast immer bei ständig im Finstern lebenden Tieren eine Verkümmerung des

Gesichtes Platz zu greifen pflegt, so haben auch die in das Innere anderer tierischer Organismen sich zurückziehenden Würmer mit dem Bedürfnis den gewöhnlichen Bestand der Sinneswerkzeuge verloren.

Über den Verdauungsapparat der Würmer insgesamt ist kaum etwas zu sagen. Während bei den Hohltieren, wenn wir von besonderen Einrichtungen, wie sie bei den Schwämmen anzutreffen sind, absehen, der Darmhohlraum nur eine einzige Öffnung nach außen hat, die zugleich für die Einfuhr der Nahrung wie die Ausfuhr der unverdaulichen Stoffe dienen muß, tritt bei vielen Würmern zu jener nun zum Mundeingang gewordenen Öffnung noch eine weitere am hinteren Ende des Darmkanals auf, die als After oder Analöffnung den Kot entleert. Manche parasitische Würmer sind gänzlich ohne Darm. Sie haben die Bequemlichkeit, nicht zu fressen zu brauchen und sich doch durch die unwillkürlich vor sich gehende Hautaufsaugung trefflich auf Kosten ihrer Wirte zu nähren. Andere niedere Würmer haben einen Darm gleich einem Beutel, andere wie ein Netz; bei denen, die rasch verdauen und umsetzen, ist er schlank und kurz, die langsam verdauenden, die auf einmal Massen von Nahrung aufnehmen, wie die Blutegel, haben entsprechende Magenerweiterungen, sozusagen Vorratskammern.

Gleichen Schritt mit der Entwickelung des Darmkanals hält das Blutgefäßsystem. Bei vielen der niederen Würmer noch ganz fehlend, wird es bei nicht wenigen durch ein mit Flüssigkeit gefülltes Hohlraumsystem ersetzt, das innerhalb des mittleren Keimblattes zwischen dem Darm und dem Hautmuskelschlauch als sekundäre Leibeshöhle oder Cölom aufzutreten pflegt. Viele höhere Würmer besitzen beide Arten von Hohlräumen, und man kann das Blutgefäßsystem im Leben oft bis in die feineren Einzelheiten beobachten. Man findet dann das meist rötlich gefärbte Blut in einige gröbere und viele feinere Adern eingeschlossen, und dieses entweder vollkommen oder wenigstens ziemlich abgeschlossene Gefäßsystem, in dem die größeren Stämme an Stelle besonderer Herzen pulsieren, ist wiederum eine bezeichnende Eigentümlichkeit zum mindesten der Gliederwürmer. Als Atmungsorgan dient bald die gesamte Hautoberfläche, bald finden sich an ihr kiemenartige Anhänge, durch welche die atmende Hautoberfläche vergrößert wird, und die entweder allein oder zusammen mit der übrigen Haut unter Mitwirkung des Blutgefäßsystems den Gasaustausch vermitteln, auf dem ja die Atmung beruht. Diese Art der Atmung erfordert denn auch die vorher erwähnte ständige Feuchthaltung der Körperoberfläche.

Die Ausscheidung der beim Stoffwechsel erzeugten stickstoffhaltigen Endprodukte, des Harns, besorgen die Exkretionsorgane, die bei den niederen Würmern und den Trochophora-Larven in Gestalt eines „Wassergefäßsystems“ auftreten. Dieses besteht aus oft baumförmig verzweigten Kanälen, die entweder direkt ins Freie oder in den Darm — dann meist in dessen Endabschnitt — ausmünden und an denen blindgeschlossene Röhrchen sitzen, in denen riesige, einer Endzelle zugehörige Geißeln als „Wimperflammen“ oder „Wimperfackeln“ schwingen und den Strom der aus dem Körper in die Kanäle hineintretenden Harnstoffe nach außen leiten. Die Exkretionsorgane der Ringelwürmer sind mehr oder weniger gewundene Kanäle, sogenannte Nephridien, die mit einem offenen Wimpertrichter in der Leibeshöhle beginnen und mit ihrem anderen Ende unter Durchbrechung der Körperwand ins Freie münden.

Die verzwicktesten Fortpflanzungsorgane, gerade bei den niedrigeren Würmern verbreitet, wechseln mit sehr einfachen, und alle möglichen Formen der Fortpflanzung, Knospenbildung, Verwandlung, Entwickelung mit wechselnden Formen (Generationswechsel),

Parasitismus vom Ei an bis zum Tode, Parasitismus im Alter bei freien Jugendzuständen, Parasitismus in der Jugend bei freier Lebensweise im Alter, Freiheit in allen Alterszuständen — alle diese Formen der Lebensweise und Entwickelung werden in reichster Mannigfaltigkeit an uns vorüberziehen. Bei einer so buntgemischten Schar von Lebewesen, die wir hier als „Würmer" vereinigen, kann es eben nicht wundernehmen, daß alle nur denkbaren Lebensgewohnheiten bei den einen oder anderen von ihnen verwirklicht sind. Die einen leben ständig im Wasser, und zwar im Meere oder im Süßwasser, andere leben ganz oder teilweise auf dem Lande, viele bewegen sich frei umher, manche sind an bestimmte Wohnplätze gefesselt, wo sie ihre Wohnröhren aufgebaut haben. Einige leben unter normalen Umständen frei, können aber gegebenenfalls auch an oder in anderen Tieren und in Pflanzen schmarotzen und leiten so über zu den echten Parasiten, von deren verschiedenartigem Schmarotzertum eben die Rede war.

Über die geistigen Fähigkeiten der Würmer ist wenig zu sagen. Ihre Lebenstätigkeiten lassen sich zum größten Teil auflösen in gesetzmäßige Antworten auf bestimmte Reize, sogenannte Reflexe, und in miteinander verkettete Reflexe, von denen immer der Ablauf des einen den des anderen auslöst. Irgendwelche Handlungen, die auf ein eigentliches Gedächtnis schließen lassen, sind bei keinem Vertreter dieses Tierkreises beobachtet worden.

Wir teilen die Würmer in folgende Klassen ein: 1) Plattwürmer (Plathelminthes), 2) Rädertiere (Rotatoria), 3) Fadenwürmer (Nematodes), 4) Kratzer (Acanthocephali), 5) Ringelwürmer (Annelides) und fügen als weitere noch die beiden kleinen Klassen der 6) Pfeilwürmer (Chaetognatha) und 7) Binnenatmer (Enteropneusta) hinzu, die verwandtschaftlich weit von den übrigen hier genannten Klassen entfernt sind und eher in die Nähe der Vorläufer der Manteltiere und Wirbeltiere zu stellen wären. Die wenig wichtigen kleinen Gruppen der Bauchhärlinge (Gastrotricha) und Nematomorpha sollen nur anhangsweise kurz betrachtet werden, und zwar im Anschluß an die Rädertiere bez. die Fadenwürmer.

Man hat innerhalb der Würmer vielfach zwei große Gruppen unterscheiden wollen, nämlich einmal die „niederen Würmer" oder Scoleciden, die durch das Fehlen einer sekundären Leibeshöhle, die einfachere Form des Nervensystems, die Ausbildung der Exkretionsorgane als Wassergefäßsystem sowie in vielen Fällen durch das Fehlen einer hinteren Ausmündung des Darmes ausgezeichnet sind, — und die „Leibeshöhlenwürmer" oder Cölhelminthen mit sekundärer Leibeshöhle, durchgängigem Darm, weiter entwickeltem Nervensystem und meist in Form von Nephridien auftretenden Exkretionsorganen. Danach wären zu den Scoleciden die Plattwürmer und die Rädertiere zu stellen; ihnen stehen die Rund- und Ringelwürmer als Cölhelminthen gegenüber.

Erste Klasse:

Plattwürmer (Plathelminthes).

Wer in der Nähe von Teichen und anderen stehenden Gewässern wohnt, die mit Schilf bewachsen sind oder auf deren Oberfläche die breiten Blätter der Seerosen sich wiegen, wer zu einem Bache lustwandeln kann, dessen Bett mit größeren Kieseln und Rollsteinen bedeckt ist, der lasse sich von einem Kundigen begleiten, um dort eine Planaria zu suchen und in ihr einen richtigen Vertreter der Plattwürmer anzuschauen. Wo das Wasser nicht so reißend ist und die Geröllsteine längere Zeit ruhig liegen können, braucht man gewöhnlich

nur einige umzuwenden, um auf der unteren Seite die grünliche oder braungrüne Planaria gonocephala zu finden. Die breitere Bauchfläche oder Sohle an den Stein gedrückt, öfters den Kopf mit den ohrenartigen Seitenlappen ein wenig lüftend, gleitet sie über ihre Unterlage hin. Man könnte sie etwa für ein den Nacktschnecken verwandtes Tier halten, auf die meisten Beobachter wird sie aber auch ohne nähere Untersuchung den Eindruck eines Wurmes machen. Von der verhältnismäßig großen Zartheit ihres Körpers wird man sich oft überzeugen, wenn man bei dem Versuche, mit den Fingern oder einer Pinzette die kleineren Stücke in eine bereitgehaltene Flasche zu tun, sie beschädigt. Bei solchen unfreiwilligen Zerreißungen oder einer planmäßigen Zergliederung der erbeuteten Planarien zeigt es sich auch, daß ihre inneren Organe nicht, wie bei den meisten Ringel- und Rundwürmern, in einer mehr oder weniger geräumigen, vom Hautmuskelschlauche umgebenen Leibeshöhle enthalten, sondern von einer den ganzen Körper ausfüllenden flockigen und faserigen Masse dicht umgeben sind. Zu diesen Merkmalen kommen noch ein paar andere, die sich bei einer genaueren Untersuchung ergeben. Ein eigentliches Bauchmark fehlt diesen Lebewesen, indem von dem Oberschlundganglion nur zwei oder mehrere Nervenstränge ohne weitere Ganglienknoten durch den Körper verstreichen. Dagegen findet man immer ein gut ausgebildetes typisches Wassergefäßsystem.

Dieselben Erfahrungen wie an der von uns gewählten Planarie macht man an den übrigen Formen der Plattwürmer, an den Bandwürmern, Leberegeln und anderem Getier. Nicht der Aufenthaltsort, nicht der beiläufige Umstand, ob sie auf oder in anderen Tieren schmarotzen, sondern jene auf Gestalt und den Bau bezüglichen Merkmale geben ihnen den Rang einer eigenen Klasse innerhalb des „Typus" der Würmer. Was aber die Vereinigung frei lebender und schmarotzender Familien angeht, so machen wir an ihnen dieselbe interessante und zum Nachdenken über die eigentliche Natur dieser Verwandtschaftsverhältnisse dringend auffordernde Wahrnehmung, wie wir sie an den Rundwürmern und dann auch an den Egeln wiederholen werden: die Übergänge sind so unmerklich zwischen frei lebenden Formen und parasitischen, die Perioden freien und parasitischen Lebens wechseln bei einer und derselben Art in solcher Weise, daß man den Schlüssel zur Erklärung des Schmarotzertums überhaupt ungezwungen in der Annahme findet, es sei durch allmähliche Angewöhnung und Anpassung entstanden.

Wir teilen die Plattwürmer in vier Ordnungen: 1) die **Strudelwürmer** (Turbellaria), 2) die **Saug- oder Lochwürmer** (Trematodes), 3) die **Bandwürmer** (Cestodes) und 4) die **Schnurwürmer** (Nemertini).

Wenn auch die Bandwürmer in den meisten Punkten als die einfachsten Formen der Plattwürmer erscheinen mögen, so ist dabei zu berücksichtigen, daß das eben nur so scheint: das Einfachere, was sie in ihrem Aufbau bieten, beruht auf Rückbildungen, wie wir sie immer als Folge der schmarotzenden Lebensweise beobachten. Am ursprünglichsten in der ganzen Klasse sind die Strudelwürmer, deren mutmaßliche Abstammung von Vorfahren, die Rippenquallen ähnlich waren, bereits im allgemeinen Teil erörtert wurde. An sie schließen sich die Saug- und Lochwürmer an, die ihrerseits wohl als die Stammeltern der Bandwürmer zu gelten haben. Die Schnurwürmer scheinen in ihrem Aufbau etwas höher zu stehen als diese drei Ordnungen, fügen sich aber doch ihrem ganzen Bauplane nach ungezwungen den Plattwürmern an. Sie bilden durch manche, jenen anderen Ordnungen fehlende Neuerwerbungen, wie eine Afteröffnung und ein wohlentwickeltes Blutgefäßsystem, einen höchsten Seitenzweig am Stamme der Plattwürmer.

Erste Ordnung:
Strudelwürmer (Turbellaria).

Wenn wir die oben an der lappenförmigen Planarie begonnenen Beobachtungen weiter fortsetzen, das Tier z. B. frei an der Wand eines mit Wasser gefüllten Glases kriechen lassen, so fällt das regelmäßige stetige Fortgleiten ohne sichtbare Ruderbewegungen oder Schlängelungen auf. Das Mikroskop zeigt nun, daß die Planarie über und über mit feinsten Härchen bedeckt ist, deren unausgesetzte, schwingende Bewegung den Körper ruhig vorwärts gleiten läßt. Jedenfalls erscheint der von Ehrenberg gewählte Name glücklich, der an den von dem Tiere erregten und dasselbe fortwährend umkreisenden Wasserstrudel erinnert. Die Ortsbewegung der Strudelwürmer ist vielfach der Gegenstand von eingehenden Untersuchungen gewesen, ohne daß es doch bis jetzt gelungen wäre, sie ganz bis in ihre Einzelheiten aufzuklären. Man hat nämlich beobachtet, daß neben der Flimmerbewegung auch noch regelmäßig miteinander abwechselnde Zusammenziehungen und Dehnungen der Längsmuskeln einhergehen, die auf der Unterseite der Tiere eine von vorn nach hinten laufende Wellenbewegung erzeugen. Begünstigt wird die hierdurch und durch die Flimmerung bewirkte Vorwärtsbewegung noch durch das Sekret von in den Kanten des Wurmkörpers liegenden Hautdrüsen, dessen schleimige Beschaffenheit die Bahn schlüpfrig macht und als Kriechspur zurückbleibt. Mit Hilfe dieses Schleimes vermögen die Planarien sogar an der freien Oberfläche des Wassers, mit der Rückenseite nach unten hängend, wie auf einer festen Unterlage zu kriechen. Gelegentlich kann man bei einzelnen Arten auch beobachten, daß sie sich nach Art der Spannerraupen unter abwechselndem Krümmen und Strecken des Körpers von einem Ort zum andern begeben. Mesostoma ehrenbergii *Focke* wendet, nach Breßlau, mitunter wieder eine andere Bewegungsart an. Es kann nämlich frei von der Unterlage wegschwimmen, indem es von der Rücken- zur Bauchseite gerichtete schlängelnde Bewegungen vollführt. Allerdings bringt dieses „Schwimmen" den Wurm nur ein kurzes Stück weiter, da er bald wieder zu Boden sinkt. Viel besser und vollkommener wird diese Bewegungsart von Mesostoma tetragonum *Müll.* (s. Fig. 1 der Tafel „Strudelwürmer", bei S. 203) und den im Meere lebenden Polycladen ausgeübt, von denen die großen Formen die Schlängelungen nicht mehr mit dem ganzen Körper ausführen, sondern nur noch die flossensaumähnlichen Ränder wellenförmig bewegen.

Außer den erwähnten Drüsen in den Seitenrändern enthält die Haut der Strudelwürmer noch eine reiche Fülle von anderen, die manchmal zum „Spinnen" Verwendung finden, wie wir es von Mesostoma ehrenbergii kennenlernen werden, oder die als „Klebdrüsen" die Würmer an ihrer Unterlage befestigen helfen. Eine eigenartige Bildung in der Haut der Strudelwürmer stellen die „Stäbchen" (Rhabdoide) dar, deren Natur lange Zeit zweifelhaft gewesen ist. Wenn sie mit Wasser in Berührung kommen, quellen sie zu einem Schleim auf, der oft den ganzen Wurm einhüllt, und den viele Planarien zum Beutefang benutzen, da alle möglichen kleinen Tiere daran hängenbleiben. Noch wunderbarer ist immer das Vorkommen von Nesselkapseln in der Haut sowohl von Süßwasser- als auch von Seestrudelwürmern erschienen, zumal sie denen der Hohltiere völlig gleichen. Schließlich ist man aber dahintergekommen, daß diese Nesselkapseln gar nicht von den Strudelwürmern selbst erzeugt werden, sondern tatsächlich von Hohltieren herrühren, die von jenen verschlungen wurden. Dabei bleibt allerdings immer noch höchst merkwürdig, daß die

Nesselkapseln der Beutetiere von den Strudelwürmern nicht mit verdaut werden, sondern unversehrt in deren Haut gelangen, wo sie nun wie Organe dieser Würmer erscheinen.

In bezug auf ihre Fortpflanzungsorgane sind die Turbellarien mit ganz geringen Ausnahmen Zwitter. — Daß bei ihrer zarten Organisation die Strudelwürmer vorzugsweise im Wasser leben, versteht sich von selbst. In stehenden und fließenden Gewässern trifft man sie an. Reichlich im süßen Wasser wohnend, kommen sie doch in unerschöpflicher Fülle erst im Meere vor. Wo an irgendeiner Meeresküste im brackischen oder rein salzigen Wasser eine Vegetation von Ulven, Seegräsern, Algen und Tangen gedeiht, ist mit untrüglicher Sicherheit auch eine Bevölkerung von Turbellarien vorauszusagen, im Eismeere sowohl als unter den Tropen. Manche halten sich nur zwischen den zarten Zweigen der Algen auf, in geschützten, dem Wellenschlage nicht sehr ausgesetzten Buchten; andere trifft man zwischen den Ästen der harten Korallinen und Kalkalgen, zwischen denen ihr gebrechlicher Körper den stärksten Schlägen der Brandung trotzt. Wenn aber eine steile Küste so bröckelig ist, daß Pflanzen sich nicht ansiedeln können, so sind die Strudelwürmer gleichwohl da, indem sie in den feinsten, kaum dem Auge bemerkbaren Riefen und Rissen sich verbergen. Nimmt man nun dazu, daß eine gar nicht kleine Abteilung (etwa 400 Arten) auf dem Lande lebt, wo nämlich unter Baumrinde, in Treibhäusern, in feuchten Tropenländern auch auf den Blättern ihre Haut vor der Austrocknung geschützt ist, ja, daß in Brasilien eine Art die Regenwürmer unter der Erde aufsucht, so muß man über die Anpassungsfähigkeit dieser Organismen erstaunen.

Die bisher bekannten Turbellarienarten — nach einer neueren Schätzung sind es etwa 1200, von denen gegen 600 im Meere leben — verteilen sich auf vier Unterordnungen, für deren Unterscheidung neben anderen Merkmalen vor allem der Bau des Darmes maßgebend ist. Dieser fehlt bei den Acoela, er ist stabförmig bei den Rhabdocoela, dreiästig bei den Tricladida und vielästig bei den Polycladida.

Früher faßte man vielfach die Angehörigen der beiden letzten Gruppen wegen ihres baumförmig verästelten Darmes als „Dendrocölen“ zusammen, doch hat die neuere Forschung, besonders durch die verdienstvollen Arbeiten von A. Lang und dann auch nicht zum wenigsten des Altmeisters der Turbellarienkunde, Ludw. v. Graff, sich veranlaßt gesehen, wegen wichtiger Unterschiede im Bauplan die obige Scheidung einzuführen.

Erste Unterordnung: Acoela.

Die Lebensweise eines sonderbaren Angehörigen der Unterordnung der Acoela ist neben anderen auch von Bohn untersucht worden. Dieser Franzose schreibt darüber folgendes: „Wenn sich das Meer bei Ebbe von dem Strande der Bretagne zurückzieht, erscheinen auf dem Lande ausgedehnte grüne Flecke, die allmählich dunkler werden, und deren Gestalt ständig wechselt. Diese Flecke werden von zahllosen Massen kleiner Strudelwürmer, den Convoluten, gebildet. Die grüne Färbung dieser Tiere rührt von den in ihren Geweben enthaltenen chlorophyllführenden Algen her. (Neuerdings ist von Gamble und Keeble nachgewiesen worden, daß diese grünen pflanzlichen Organismen, die in Lebensgemeinschaft mit den Convoluten leben und daher mit anderen als Zoochlorellen bezeichnet werden, einer den Algen nahe verwandten Flagellatenart angehören.) Sobald Flut eintritt, vergraben sich die Tiere im Sande, um dem Anprall der Wogen zu entfliehen, und steigen erst bei Ebbe wieder an die Oberfläche. Die Convoluten wandern also gleichzeitig mit den Bewegungen der Ebbe und Flut, nur im umgekehrten Sinne. Diese rhythmischen

Bewegungen dauern auch im Aquarium an, obwohl die Tiere hier doch vollkommen dem Einflusse der Meeresbewegungen entzogen sind; in einer mit feuchtem Sand gefüllten Glasröhre, in der die Convoluten eingeschlossen sind, steigt der grüne Ring auf und nieder und erreicht bei Ebbe seinen höchsten, bei Flut seinen tiefsten Stand. Was aber noch merkwürdiger ist: die Convoluten folgen im Aquarium sogar den Unregelmäßigkeiten der Gezeiten; während der Nippflut sind ihre Bewegungen verlangsamt, während der Springflut dagegen lebhafter. Das dauert sogar noch mehrere Tage nach ihrer Gefangenschaft im Aquarium an."

Convoluta convoluta *Abildg.* Nach v. Graff, „Monographie der Turbellarien, I: Rhabdocoelida". pi Pigment, k Zooxanthellen, au Augenflecke, ot Statozyste, ov Ovarium, go Giftorgane, m Mundöffnung, bs Samentasche, ♂ männliche Geschlechtsöffnung, pe Penis.

Die Art, um die es sich hier handelt, ist Convoluta roscoffensis *Graff*, die, wie alle Acölen, statt des Darmes eine gleichsam durch Verschmelzung von zahlreichen Zellen entstandene Plasmamasse mit vielen Zellkernen, ein sogenanntes „Syncytium", im Inneren birgt. In ihrer Jugend nehmen die Angehörigen dieser Art durch eine mit Wimpern versehene Mundeinstülpung noch Nahrung auf, die dann von dem Plasma des Syncytiums umflossen und verdaut wird. Es sprechen nun viele Beobachtungen dafür, daß die ausgewachsenen Würmer überhaupt nicht mehr selbständig fressen, sobald sich die unter ihrer Haut sitzenden Zoochlorellen lebhaft vermehrt haben. Diese sind so einseitig an ihre symbiotische Lebensweise angepaßt, daß sie keine eigene Zellmembran besitzen und überhaupt nicht mehr frei leben können. Sie sind völlig zu Bestandteilen der Gewebe ihres Wirtes geworden und vermitteln für diesen die Assimilation, indem sie bei reichlicher Vermehrung aus vom Wirt gelieferter anorganischer Substanz organische hervorbringen. Die Convoluten halten sich oft tagelang ruhig auf einem Fleck, und zwar in einer Stellung, daß sie einen möglichst großen Teil ihres Körpers dem Lichte aussetzen. Unter dem Einfluß des Lichtes aber kann die durch Chlorophyll grüne Pflanze allein assimilieren; der Wurm bietet also seinem Gaste die günstigsten Lebensbedingungen, wenn er mit seinem Leibe möglichst viele Lichtstrahlen aufzufangen versucht. Die Convoluta trennt durch langsame Bewegung ihres Parenchyms winzig kleine Teilchen von Plasma, auch Stärkekörnchen von dem nackten Flagellaten, reibt sie gewissermaßen ab und verdaut dann diese. Haberlandt vermutet, daß die Zoochlorellen vielleicht auch gelöste Assimilationsprodukte auf osmotischem Wege abgeben. Da durch diese Art des Nahrungserwerbes des Wurmes die stickstoffhaltigen Stoffe, die für die Zoochlorellen zur Zusammensetzung des Eiweißes nötig sind, allmählich aufgebraucht und nicht durch Nahrungszufuhr von außen ersetzt werden, so verfallen die Würmer wahrscheinlich nach und nach dem Hungertode.

Diese Convoluta roscoffensis, die nicht nur an der atlantischen Küste Frankreichs,

sondern auch im Mittelmeer lebt, hat eine absonderliche Gestalt. Indem nämlich das Tier die dünnen Seitenteile des Körpers nach unten umbiegt, nimmt es die Form einer Papierdüte an. Auf der Unterseite liegt die trichterförmige Mundhöhle und vor ihr ein Bläschen, das dem Gleichgewichtssinne dient. Über die Funktion dieser „Statocyste" berichtet Breßlau: „Hält man diese Art in Gefäßen, so sammeln sich bei unbewegtem Wasser alle Tiere an der Oberfläche, bei der leisesten Erschütterung lassen sie sich dagegen sofort zu Boden sinken. Die Tiere sind also in ruhigem Wasser negativ, in bewegtem positiv geotaktisch. Zugleich läßt sich zeigen, daß diese Reaktion an die Anwesenheit der Statocyste gebunden ist: sie verschwindet sofort, wenn man die Tiere dekapitiert, oder wenn man durch rasche Verdünnung des Seewassers mit Regenwasser, die die Tiere im übrigen gut ertragen, eine Schädigung der feineren Struktur der Statocyste herbeiführt."

Auch andere Angehörige der Gattung Convoluta, von denen hier nur noch C. convoluta *Abildg.* (C. paradoxa) genannt sei, beherbergen pflanzliche Symbionten (k in der Figur), doch behalten sie zeitlebens die eigene Ernährung durch den Mund bei. Sie gehören zu der Familie der Aphanostomidae, neben der nur noch eine in der Unterordnung der Acölen besteht. Es sei schließlich hinzugefügt, daß die Ansicht nicht unbestritten ist, daß diese Unterordnung wirklich die niedersten Turbellarien umfasse. Manche Forscher wollen in diesen kleinen, nie über 1 cm großen Würmern die rückgebildeten Nachkommen von einst viel höher organisierten Vertretern der Ordnung sehen.

Zweite Unterordnung: **Rhabdocoelida.**

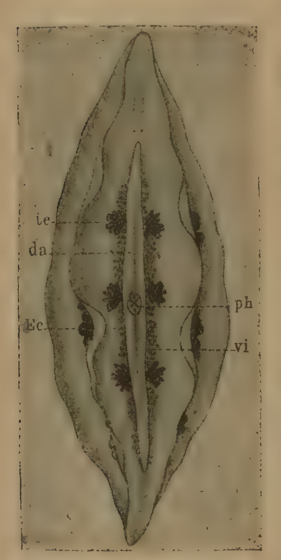
Auch die Angehörigen der viel artenreicheren zweiten Unterordnung, der Rhabdocoelida, sind durchweg kleine, im Querschnitt meist drehrunde Würmer, die nun im Gegensatz zu den vorigen immer einen wirklich hohlen Darm besitzen, der bei den meisten, den Rhabdocölen, stabförmig, bei den Allöocölen dagegen gelappt oder unregelmäßig ausgeweitet ist. Fast immer beginnt der Verdauungstraktus mit einem mehrteiligen, kräftigen und muskulösen Schlundrohr. Die Lage des bauchständigen Mundes kann sehr wechseln, indem dieser bei manchen Gattungen weit vorn, bei anderen mehr in der Mitte, bei wieder anderen am Ende des Körpers auftritt. Auch in der Anordnung und Ausmündung der zwittrigen Geschlechtsorgane zeigen sich mannigfaltige Verschiedenheiten. Gewöhnlich finden sich zwei als Pigmentbecher ausgebildete einfache Augen, doch können diese auch fehlen oder in größerer Anzahl vorhanden sein. Mehr als die Hälfte der 350 Arten umfassenden Unterordnung leben im Süßwasser, einige wenige in feuchter Erde, der Rest im Meere.

Die Einteilung unserer Rhabdocölen in zehn Familien geschieht nach Lage und Beschaffenheit des Mundes und Schlundes und der sehr komplizierten, zwitterigen Fortpflanzungsorgane. In den meisten Fällen reicht die Kenntnis des Äußeren nicht aus, um die Art zu bestimmen, sondern die mikroskopische Anatomie muß aushelfen. Wir werden am besten tun, an einigen typischen Gattungen die Familienmerkmale zu entwickeln.

Eine der wichtigsten und artenreichsten Gattungen ist Mesostoma. Die Mundöffnung der meist platten Tiere liegt am Bauche, gewöhnlich ziemlich in der Mitte, bei einzelnen Arten davor, bei anderen dahinter. In der Mundhöhle befindet sich ein kugeliger Schlundkopf, ein sehr wirksames Haft- und Saugorgan, das zum Ergreifen und Aussaugen lebender Tiere benutzt wird. Eine der schönsten Arten ist das fast 1 cm lang werdende Mesostoma ehrenbergii *Focke*, das im Frühjahr und Sommer auf überschwemmten Wiesen und in Teichen mit Lehmgrund und Schilf und Binsen häufig vorkommt. Obgleich so

durchsichtig wie Glas und scheinbar höchst zerbrechlich, vermag es doch, sich zeitweilig in der vorhin geschilderten Weise frei schwimmend vom Boden zu erheben.

Ein „eleganter Schwimmer", für den man diese Art früher hielt, ist sie jedoch nicht, denn wenn man auch vielfach die in Gläsern untergebrachten Tiere sich langsam frei im Wasser hin und her winden sieht, so werden sie dabei durch einen unsichtbaren Schleimfaden gehalten, an dem sie sich aufgehängt haben. Wird aber ein solcher Wurm gestört, besonders durch die unsanfte Begegnung mit einem hastig anschwimmenden Käfer, so schüttelt er sich fast zitternd und schlängelnd so schnell und gewandt wie ein Egel. Höchst interessant ist die Art, wie das Mesostoma sich der größeren Wasserflöhe und Muschelkrebschen bemächtigt, um sie auszusaugen. Es fängt sie ungefähr so, wie man mit der Hand eine Fliege fängt, indem es durch Anlegen des Hinterendes an das Vorderende und Umbiegen der Seitenränder eine Höhle bildet. Zuerst tobt der gefangene Krebs gewaltig, bald aber gelingt es dem Mesostoma, an den Gefangenen den mächtigen Schlundkopf anzusetzen. Die Befreiungsversuche der Daphnie lassen dann bald nach, sein Vampir streckt sich wieder aus, und man kann vielleicht sehen, wie ein zweites Mesostoma sich hinzugesellt und vom Sieger friedlich einen Beuteteil abbekommt. Eine Anzahl Rhabdocölen, unter ihnen auch Mesostoma, verfertigen Schleimgespinste zum Fangen ihrer Beute; auf diese Weise entstehen auch jene Schleimfäden, an denen aufgehängt Mesostoma umhertreibt. Der Sitz der den Schleim absondernden Zellen ist die Mittellinie der Unterseite.



Mesostoma tetragonum *Müll.* Nach v. Graff, „Turbellaria", in Bronn, „Klassen und Ordnungen des Tierreichs". da Darm, Ec Eikapseln, ph Schlund, le männliche Keimdrüsen, vi Dotterstöcke.

Eine der auffallendsten Formen hat das bis 1 cm lange, gelbbraune Mesostoma tetragonum *Müll.*, das ebenfalls nach Überschwemmungen in kleinen, während des Sommers austrocknenden Teichen zu finden ist. Die Lage der beiden schwarzen Augenflecke ist bei dem am Pflanzenstengel kriechenden Tier der Tafel „Strudelwürmer" bei S. 203 zu erkennen. Wenn man das Tier in einem Uhrgläschen, mit wenig Wasser bedeckt, beobachtet, so erscheint es ganz dünn und flach; sobald es aber frei schwimmt, stehen von dem Körper jederseits zwei flossenartige Lappen ab, die von dem zugespitzten Vorderende nach dem ebenfalls spitzen Schwanze verlaufen und sich wellenförmig bewegen. Mit Hilfe einer solchen Einrichtung kann diese Art nun wirklich frei im Wasser umherschwimmen, da ihre Schwebfähigkeit ebenso wie die Zahl der bewegenden Wimpern bedeutend vermehrt ist.

In Gräben und stehenden Gewässern, besonders gern unter den breiten Blättern von Nymphaea, findet sich Bothromesostoma personatum *O. Schm.*, durch einen Hautblindsack an der Bauchseite ausgezeichnet und merkwürdig durch die außerordentliche Verschiedenheit der Färbung der einzelnen Individuen, die durch in die Haut eingelagerte Pigmentkörnchen hervorgerufen wird; es gibt da gelbe, kaffeebraune, braunschwarze, samtschwarze, samtgrüne und dunkelblaue Tiere.

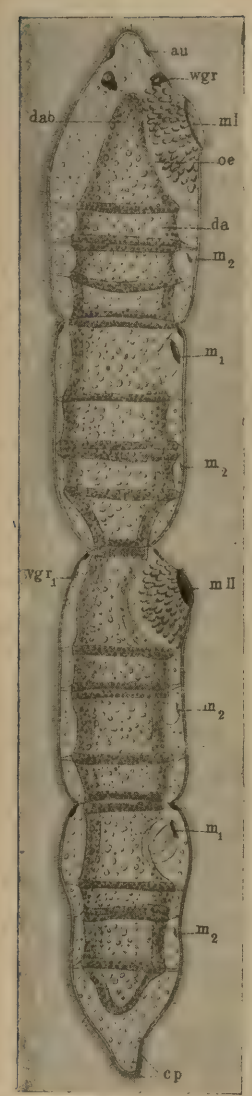
Da die meisten übrigen Arten von Mesostoma und anderen Rhabdocölen in zeitweilig austrocknenden Gewässern sich aufhalten, so wird man vermuten, daß für ihre Erhaltung ebenso gesorgt ist wie für diejenige der niederen Krebse, die mit ihnen zusammen

vorkommen und ebenfalls nach Überschwemmungen und Regengüssen wie auf unnatürliche Weise hervorgezaubert scheinen. Wie jene legen auch die Rhabdocölen hartschalige Dauereier, welche die Entwickelungsfähigkeit lange bewahren. O. Schmidt fand einige Arten in kleinen Pfützen von einigen Quadratfuß Ausdehnung, die in heißen Sommern regelmäßig für Wochen vollständig austrockneten. Wurden aus solchem gedörrten Grundschlamm die darin enthaltenen Eier eines Mesostoma ausgelesen, so konnten sie durch Übergießen mit Wasser binnen einigen Tagen zur Entwickelung gebracht werden. Dem entsprechen auch Beobachtungen von A. Schneider, aus denen hervorgeht, daß die Mesostomen hartschalige Winter- und dünnschalige Sommer- oder Subitaneier legen, wobei ein merkwürdiger regelmäßiger Wechsel derart stattzufinden scheint, daß sich die Sommereier nach Selbstbefruchtung, die Wintereier aber nach wechselseitiger Befruchtung entwickeln. Die Eier der meisten Mesostomen sind scheibenförmig, mit einer mittleren Vertiefung.

Bei manchen bilden sich zeitweilig weichschalige, durchsichtige Eier, aus denen die Jungen, die bei den Rhabdocölen nie eine Verwandlung durchmachen, schon im Mutterleibe auskriechen. Die Dauereier gelangen erst durch den Tod des Muttertieres ins Freie und sind imstande, sowohl den Winterfrost als auch das Eintrocknen der Wohngewässer im Sommer zu überdauern, so daß sie auf diese Weise die Art erhalten. Aus den Dauereiern gehen immer sogenannte „Wintertiere" hervor, die demnach also im Frühjahr und Sommer, ohne Rücksicht auf ihren Namen, auftreten. Diese Generation liefert Subitaneier, danach wieder Dauereier. Aus den Subitaneiern entwickeln sich „Sommertiere", die ihren Namen mit mehr Recht tragen, und die auch wieder beide Arten von Eiern hervorbringen können. So pflegen also nach dem Auftreten der Wintertiere im Frühjahr eine oder mehrere Generationen von Sommertieren zu folgen, die alle auch Dauereier produzieren, bis mit dem Einsetzen der kälteren Jahreszeit aus Subitaneiern sogenannte „Herbsttiere" entstehen, denen die überwinternden Dauereier ihr Dasein verdanken.

Die Fortpflanzung der Rhabdocölen ist nicht immer bloß eine geschlechtliche, es kommt gelegentlich auch eine ungeschlechtliche vor. Die meisten Arten besitzen zunächst ein bedeutendes **Regenerationsvermögen**, indem nicht nur das Stammtier (so sei einmal das Teilstück, das die zentrale Nervenmasse enthält, genannt) imstande ist, abgeschnittene Stücke zu ersetzen, sondern indem auch diese unter günstigen Umständen, und wenn sie nicht gar zu klein sind, wieder zu ganzen Würmern auswachsen können.

Sehr häufig beobachten wir nun, daß, wenn ein niederes Tier diese Fähigkeit in einem so hohen Maße besitzt, es auch freiwillige Teilung ausübt und durch diese sich fortpflanzt. Eine solche ungeschlechtliche Vermehrung durch Teilung findet sich vornehmlich in zwei Familien der Rhabdocölen, nämlich bei den **Kettenwürmern** oder Catenulidae und bei den **Kleinmäulern** oder Microstomidae, deren Angehörige sich bei äußerer Ähnlichkeit hauptsächlich durch den Bau ihrer Nierenorgane unterscheiden. In stehenden Gewässern, aber auch in Regentümpeln pflegen im Frühjahr und Herbst große Scharen der nur 1 mm langen Catenula lemnae *Ant. Dug.* aufzutreten, die einen durch eine bewimperte Ringfurche vom übrigen Körper abgesetzten „Kopflappen" tragen; sie gehören ebenso zu der erstgenannten Familie wie die acht Arten der Gattung Stenostomum (Engmaul), mit einem Paar Wimpergrübchen zu beiden Seiten des Vorderendes, die mit Sinneszellen ausgekleidet sind und wohl die chemische Beschaffenheit des Wassers prüfen. Zur anderen Familie zählt die Gattung Microstomum (Kleinmaul) mit fünf Arten, von denen M. lineare *Müll.* mit



Microstomum lineare *Müll.*, eine Kette von 16 Tieren. Nach v. Graff, „Turbellaria“, in Bronn, „Klassen und Ordnungen des Tierreichs“. au Augen, wgr und wgr_1 Wimpergrübchen, dab Darmblindsack, mI und mII Mundöffnungen der Tiere erster Ordnung, m_1 und m_2 Mundöffnungen der Tiere zweiter und dritter Ordnung, oe Anfangsdarm, da Darm, cp Schwanzpapillen.

zwei rötlichgelben Pigmentaugen und den bereits im allgemeinen Teil erwähnten Nesselkapseln in der Haut am weitesten verbreitet ist.

Über die ungeschlechtliche Vermehrung dieser Formen schreibt Breßlau: „Bei Microstomum beginnt die Teilung mit der Ausbildung einer queren Scheidewand zwischen Hautmuskelschlauch und Muskularis des Darmes etwa in der Mitte des Körpers, die den vorher einheitlichen Leibesraum des „Solitärtieres“ in zwei Bezirke für die zukünftigen Tochterindividuen zerlegt. Im weiteren Verlauf des Teilungsprozesses entsteht dann an der Stelle der Scheidewand eine ringförmige Einschnürung des Integuments, die allmählich tiefer und tiefer nach innen einschneidet, bis die Verbindung nur noch durch den Darm aufrechterhalten wird. Dieser reißt dann schließlich durch und die Zooide (so pflegt man derartige sich abschnürende Tochterindividuen allgemein zu nennen) sind frei. -- Ehe dies geschieht, pflegen sich aber außer der ersten noch weitere Teilungen vorzubereiten. Zwei in der Mitte der beiden ersten, noch miteinander zusammenhängenden Tochterindividuen auftretende Querscheidewände machen aus dem ursprünglichen Solitärtier eine Kette von vier Zooiden, weitere Scheidewände in deren Mitte deuten auf einen dritten Teilungsschritt hin usf.“ Gewöhnlich enthalten aber die Ketten im Freien nur 6—8 Zooide, da schon durch die geringfügigsten Anlässe die weit vorgeschrittenen Kettenverbände zerreißen. Der genannte Forscher fährt dann fort: „Das Erscheinen der Querscheidewände, die das Solitärtier in eine Kette von Zooiden verwandeln, genügt allein natürlich noch nicht, um die Tochterindividuen lebensfähig zu machen. Hierzu sind vielmehr als Regenerationsprozesse sich darstellende Neubildungsvorgänge notwendig, durch welche die Teilstücke die Organisation ganzer Tiere erlangen. Diese Vorgänge vollziehen sich gleichfalls noch während des Zusammenhanges der Zooide im Kettenverbande. Es ist klar, daß sich die verschiedenen Tochterindividuen dabei ganz verschieden verhalten müssen. Während das vordere von je zwei Teiltieren, die durch eine Scheidewand voneinander abgegrenzt werden, nur wenig zu regenerieren hat, muß das hintere vor allem Gehirn und Schlund neu bilden.“ Über das Verhältnis der beiden Vermehrungsarten zueinander meint Breßlau: „Es scheint, als ob eine Art Generationswechsel besteht, indem nach einer unbestimmten Zahl während des Frühlings und Sommers durch Teilung erzeugter Generationen im Herbst eine sexuelle Differenzierung der Individuen stattfindet. Stets hört mit Eintritt der Geschlechtsreife die ungeschlechtliche Vermehrung auf. Ob dieselben Tiere, wie behauptet worden ist, nach der Sexualperiode in eine nochmalige Periode der Fortpflanzung durch Teilung eintreten können, ist nicht entschieden, ebensowenig in welchem Maße äußere Bedingungen, wie Temperatur und Ernährung, diese Verhältnisse beeinflussen. Daß irgendwelche äußere Faktoren dabei wirksam sind, ist wohl sicher.“

Während der Anfangsdarm von Microstomum über der Ansatzstelle des Schlundes eine Ausbuchtung nach vorn zeigt, fehlt eine solche der anderen Gattung der Microstomidae, die, obwohl zu den „Kleinmäulern" gehörend, den Namen Macrostomum (Großmaul) führt. Eine Vermehrung durch Teilung findet bei den fünf Arten dieser Gattung nicht statt. Die bekannteste Art ist M. appendiculatum *O. Fabr.*, die nicht nur in stehendem oder fließendem Süßwasser, sondern auch im Brack- und sogar im Seewasser vorkommt.

Eine weitere Familie bilden die Dalyelliidae, die durch einen tonnenförmigen Schlund ausgezeichnet sind, der am Vorderende des Darmes sitzt und mit der Spitze nach vorn gerichtet ist. Die artenreichste Gattung dieser Familie ist Dalyellia *Flem.* (Vortex), deren Angehörige in ihrer Haut meist Zoochlorellen enthalten. Von der durch solche erzeugten grünen Färbung hat D. viridis *G. Shaw* ihren Namen, die besonders gern am Grunde von Wiesentümpeln mit moorigem Wasser auftritt. Eine andere Gattung wird durch die in stehendem oder fließendem Süßwasser vorkommende Jensenia truncata *Abildg.* vertreten.

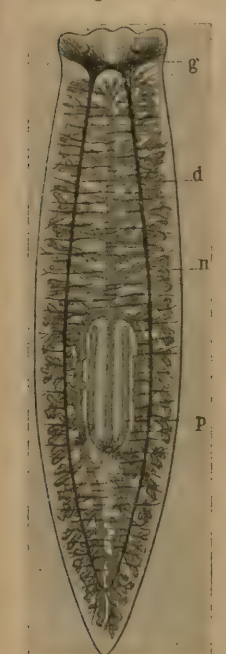
Auch ein paar Parasiten haben wir aus einigen der vorigen nahe verwandten Familien zu verzeichnen, wie denn überhaupt Rhabdocölen nicht so gar selten schmarotzend leben. So kennen wir eine Form Graffilla muricicola *Ihr.*, die in der Niere der im Meere lebenden Purpurschnecken (Murex) bis zu einem Dutzend von Exemplaren auftritt. Ebenso schmarotzen Arten der Gattung Anoplodium *Ant. Schn.* in der Leibeshöhle von Stachelhäutern, vor allem bei den Seewalzen oder Holothurien. Fecampia erythrocephala *Giard* gehört einer den vorigen ferner stehenden Familie an und lebt ebenfalls in der Leibeshöhle vornehmlich mariner Krebse, z. B. Carcinus maenas. Dieser Parasit ist infolge seiner Lebensweise sehr stark umgebildet, denn obwohl er in seiner Jugend, wo er zunächst frei lebt, einen Darm besitzt, geht dieser verloren, sobald das Tier seinen Wirt bezogen hat.

Plagiostomum lemani *Pless.* ist ein Vertreter der zweiten Gruppe der Rhabdocoelida, nämlich der Allöocölen, und unterscheidet sich von den bisher besprochenen Formen vor allem dadurch, daß er, wie alle seine näheren Verwandten, keinen stabförmigen Darm besitzt. Dieses Organ ist vielmehr bei ihm unregelmäßig sackförmig. Die übrigen Angehörigen der Familie der Plagiostomidae (Breitmäuler) sind alle im Meere zu Hause. P. lemani findet sich dagegen nicht nur, wie sein Name andeutet, im Genfer See, sondern auch in anderen Schweizer Seen, ferner, nach v. Graff, in der Tiefe des Starnberger Sees, im großen Plöner See, in der schnellfließenden Alle bei Heilsberg in Ostpreußen, in Rheintümpeln bei Istein sowie zwischen Speyer und Worms. Er ist ein träger Schlammbewohner, der in flachem stehenden und fließenden Wasser wie auch in großen Seetiefen wohnt und ein Überbleibsel der Eiszeit darstellt. Verwandt mit ihm ist das früher wegen seiner platten Gestalt fälschlich für einen Vertreter der Mesostomidae gehaltene Otomesostoma auditivum *v. Graff*, das eine im Vorderende gelegene Statocyste besitzt, ähnlich wie die vorige Art in mehreren Teichen in Deutschland gefunden wurde und ebenfalls noch von der Eiszeit her an seine jetzigen Wohnplätze gelangt ist.

Dritte Unterordnung: **Tricladida.**

Zugänglicher, weil größer, sind die Mitglieder der dritten Unterordnung, deren systematischer Name Tricladida die dreiästige Form ihres Darmkanals bezeichnet. Eine an der Bauchseite gelegene Öffnung führt in eine Höhle, worin im Zustande der Ruhe gänzlich

zurückgezogen das äußerst dehnbare Schlundrohr liegt. Dieses wird, sobald das Tier sich zum Fressen anschickt, hervorgestreckt und macht, zumal, wenn es bei der anatomischen Untersuchung ganz abgerissen wird, völlig den Eindruck eines selbständigen weißlichen Wurmes; der Rüssel setzt dann nämlich seine Bewegungen noch geraume Zeit fort, öffnet sich und schluckt und schlingt weiter. Der an diesen Schlund sich ansetzende Darmkanal, richtiger gesagt Verdauungsraum, besteht aus einem nach vorn und zwei sich seitlich nach hinten erstreckenden Hauptästen mit einer größeren oder geringeren Zahl von Nebenästen und Verzweigungen, die alle blind endigen.



Dendrocoelum lacteum *O. F. Müll.*, etwas schematisiert. Nach Ijima aus R. Hertwig, „Lehrbuch der Zoologie". g oberes Schlundganglion mit Augen, n Längsnerven mit seitlich abgehenden peripheren Nerven, d verästelte Darmblindsäcke, p Rüsselscheide, in die der Rüssel eingeschlossen ist.

Im Gegensatz zu den verschiedengestaltigen Rhabdocöliden zeigen die Tricladen beinahe alle eine übereinstimmende Körperform, nämlich die eines flachen Blattes, das allerdings die mannigfaltigsten Umrißformen aufweisen kann, indem es bald länger, bald breiter, bald beinahe kreis-, bald mehr bandförmig ist. Wenn auch manche dieser Würmer durchscheinend oder fast durchsichtig sind, so zeigen sich doch viele, vorab gerade die uns am leichtesten vor Augen kommenden Süßwassertricladen, durch eingelagerte Farbstoffe heller oder dunkler gefärbt. Meist sind zwei schon mit bloßem Auge erkennbare Pigmentbecheraugen auf der Rückseite des Vorderendes vorhanden, wie bei manchen Planarien und bei den im Meere lebenden Vertretern, oder es treten statt dieser viele kleinere, einfachere Augenflecke am Vorderrande auf (s. Tafel „Würmer", 3, bei S. 228), selten fehlen Sehorgane ganz. — Die Fortpflanzung ist bei den meisten Tricladen eine geschlechtliche, nur bei einigen Land- und Süßwassertricladen ist daneben eine ungeschlechtliche durch Teilung zu beobachten. Sehr stark ist bei vielen das Vermögen, verlorengegangene Teile des Körpers wieder zu ersetzen (vgl. die Abb. auf S. 203). Korschelt schreibt darüber in seinem Buche „Regeneration und Transplantation": „Wird eine Planaria maculata oder eine andere hierfür geeignete Planarie in der Mitte quer durchschnitten, so bildet das Vorderstück ein neues Schwanzende, das Hinterstück ein neues Kopfende; ein quer aus dem Körper herausgeschnittenes, sogar recht kleines Stück bildet ein neues Kopf- und Schwanzende; ein fast nur aus dem Kopf bestehendes Stück vermag sich durch Auswachsen nach hinten hin zu einem neuen Tier zu ergänzen, und selbst wenn der Wurm der Länge nach durchschnitten wird, bildet sich die fehlende Körperhälfte von neuem. Werden keilförmige oder anders gestaltete Stücke aus dem Körper herausgeschnitten, so ergänzen sich diese zu vollständigen Individuen. Bei den von Lillie unternommenen Versuchen ließen sich kleine Planarien von weniger als ein Hundertstel des ursprünglichen Körpervolumens erzielen."

Die etwa 500 bekannten Arten verteilen sich auf drei Gruppen, die außer den anatomischen Unterschieden auch eine verschiedene Lebensweise zeigen, so daß man diese zum Einteilungsprinzip machen konnte. Demnach gibt es Meer, Land und Süßwasser bewohnende Formen. Echte Parasiten scheinen unter den Tricladen nur ganz selten vorzukommen.

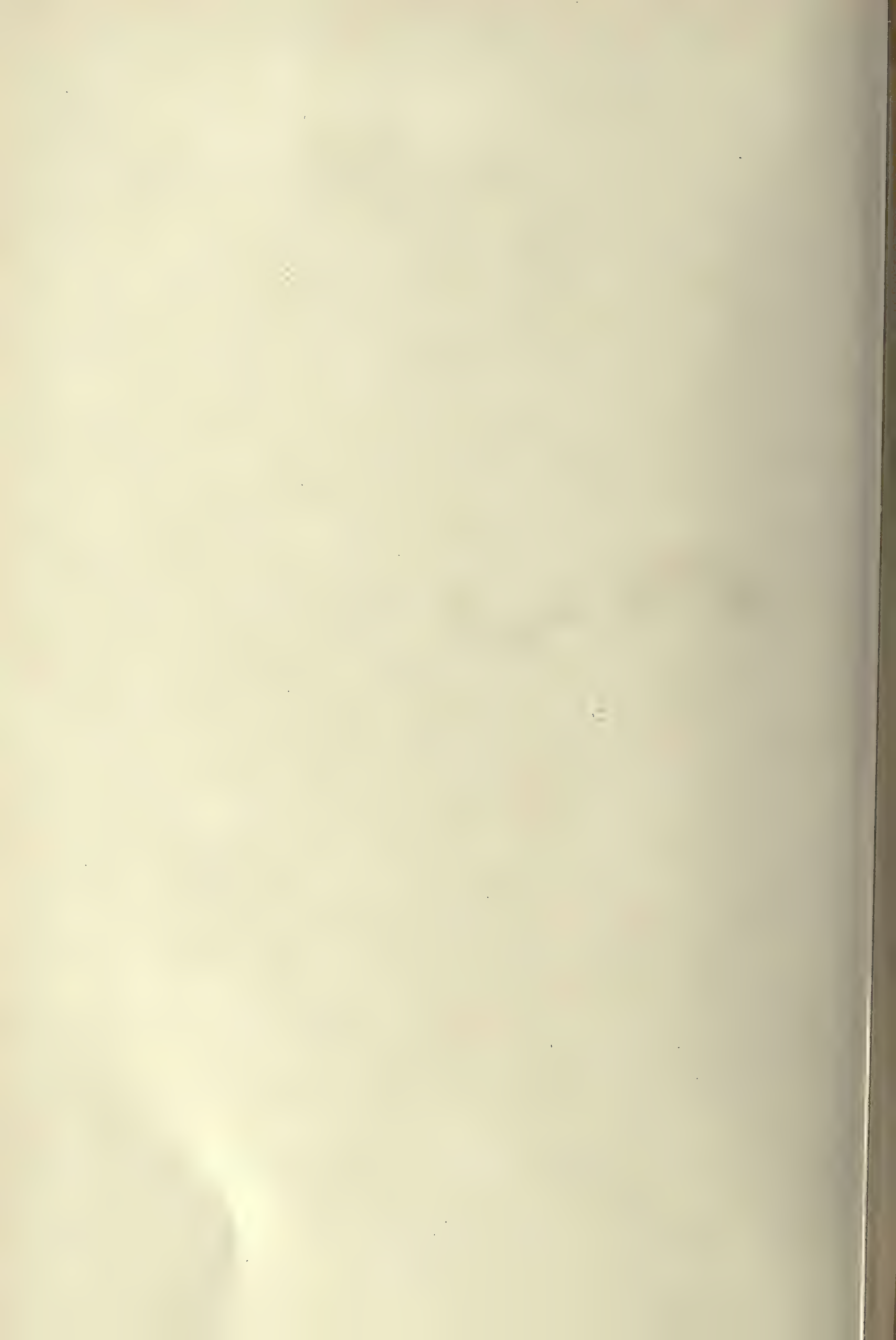
Einige Vertreter der Süßwassertricladen oder Tricladida paludicola gehören bei uns zu den verbreitetsten Wassertieren. Es sind Arten der sogenannten „Planarien", von



Strudelwürmer.

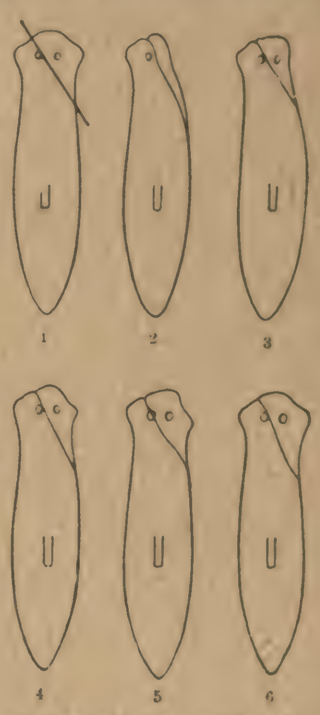
Etwa 5fach vergrößert.

1. Mesostoma tetragonum *Müll.* — 2. Milchweiße Planarie, Dendrocoelum lacteum *Müll.* — 3. Planaria lugubris *O. Schm.* An dem braunen Pflanzenstengel deren gestielte Eier.



denen es etwa 80 gibt, die sich auf ungefähr 12 Gattungen verteilen. Genauer läßt sich das nämlich nicht angeben, da die Systematik dieser Tiere noch sehr im argen liegt. Überall in unseren Gewässern, vornehmlich unter den Blättern der Wasserpflanzen und unter Steinen, kann man solche Planarien finden, die im Gegensatz zu den kleinen Rhabdocölen von viel stattlicherer Größe zu sein pflegen, so daß sie nicht so leicht übersehen werden.

Eine der größten ist die 2½ cm lang werdende Milchweiße Planarie, Dendrocoelum lacteum *O. F. Müll.*, die, wie fast alle übrigen, unter Steinen, zwischen den Schilfblättern und an der Unterseite der Seerosenblätter sich aufhält. Sie eignet sich besonders, um sich an ihr, ohne sie zu verletzen, den verzweigten Darm zur Anschauung zu bringen. Dieser schimmert schon bei auffallendem Lichte schwärzlich durch und wird klarer, wenn man das Tier in einem Glase bei durchscheinendem Lichte mit der Lupe mustert. Unsere Tafel zeigt links oben ein solches Tier, an dessen Vorderende die beiden dunkelpigmentierten Augen auffallen. Am Boden sehen wir auf dem gleichen Bilde einige Planaria lugubris *O. Schm.* umherkriechen, die wie fast alle Angehörigen der Gattung Planaria ebenfalls durch den Besitz von zwei Augen ausgezeichnet sind und wegen ihrer dunklen, graubraunen bis schwarzbraunen Färbung ihren Beinamen, „trauernde", führen. Bei der ebenfalls dunklen Planaria torva *M. Schultze* ist das Vorderende abgerundet, das Hinterende stumpf zugespitzt, die Augen liegen ziemlich entfernt vom Vorderende. Die meist bräunliche Planaria gonocephala *Dug.* hat einen dreieckigen Kopf, an dessen Basis rechts und links die Ecken als „Öhrchen" etwas hervorstehen. Sehr verschiedenfarbig pflegen die einzelnen Individuen von Planaria polychroa *O. Schm.* zu sein, wie auch deren Kopfteil eine wechselnde Gestalt zeigt, so daß man ihre Artzugehörigkeit nur am Bau der inneren Organe sicherstellen kann. Das Vorderende von Planaria alpina *Dana* weist an den vorderen Ecken ein paar fühlerartige Fortsätze auf.



Regeneration des schief abgeschnittenen Kopfes einer Planarie. Nach Morgan aus Steinmann-Breßlau, „Die Strudelwürmer", Leipzig 1913. Fig. 1 zeigt die Schnittrichtung, 2—6 die Regenerationsstadien.

Von der vorigen Gattung unterscheiden sich die nächsten noch zu erwähnenden Planarien durch das Fehlen der beiden großen Augen, als deren Ersatz zahlreiche kleinere den Vorderkörper im Bogen umsäumen. Das etwas über 1 cm lange Schwarze Vielauge, Polycelis nigra *Ehrbg.* (s. Tafel „Würmer", 3, bei S. 228), gehört hierher, ebenso wie das Gehörnte Vielauge, Polycelis cornuta *Johnson*, das seinen Namen den großen Fühlerfortsätzen am Vorderende verdankt.

Das Treiben der Planarien im Freien und in der Gefangenschaft ist wenig unterhaltsam. Sobald man sie in das Aquarium gesetzt hat, kriechen sie einige Zeit unruhig hin und her, bis sie die dunkelsten Verstecke aufgefunden haben, wo sie sich möglichst still und regungslos verhalten. Im übrigen sind die Planarien arge Räuber, die über alles kleinere Getier herfallen, Krebschen durch den von ihnen ausgeschiedenen Schleim fangen, Schnecken angreifen und auch die faulenden Reste toter Tiere nicht verschmähen. Wittern sie eine solche Beute, wie auf unserer Tafel die tote Schnecke, so kriechen sie herbei, das ein wenig

erhobene Vorderende wie zum Wittern hin und her bewegend, und am Ziele angekommen, stülpen sie ihren rüsselartigen Schlund hervor, um durch kräftige Saugbewegungen Stücke der Beute abzureißen und hinunterzuschlucken. — Die Planarien vermögen sehr lange zu hungern, hat man doch einzelne Individuen über ein Jahr lang ohne Nahrung lebend erhalten. Dabei ist die merkwürdige Tatsache zu beobachten, daß die Tiere infolge der mangelnden Ernährung allmählich immer kleiner und kleiner werden, wobei aber das Größenverhältnis ihrer Organe zum gesamten Körper ständig ungefähr das gleiche bleibt.

Die geschlechtliche Vermehrung erfolgt durch Eier, die in hartschaligen, oft gestielten Eikapseln oder Kokons (auf der Farbentafel an dem braunen querüberliegenden Pflanzenteil sichtbar) an geschützten Orten abgelegt werden. Jedes solche Gelege enthält eine größere Anzahl (bis zu 40) von Eizellen und viele Hunderte von Dotterzellen, welch letztere von den Embryonen während ihrer Entwickelung aufgezehrt werden. Die nach einiger Zeit ausschlüpfenden Jungen ähneln schon völlig den Erwachsenen, nur erscheinen sie ganz weiß, da ihnen noch jegliches Pigment fehlt. Infolge besonderer Ereignisse, zu starker Erhöhung der Wassertemperatur, Sauerstoffmangel und dergleichen, pflegen manche Planarien in mehrere Stücke zu zerreißen, die unter günstigen Verhältnissen jedes das Fehlende wieder ergänzen. Man bezeichnet dieses Verhalten als Selbstverstümmelung oder Autotomie. Manche Formen zeigen nun auch unter gewöhnlichen Bedingungen das ganze Jahr hindurch eine solche Selbstteilung, so daß man dann in dieser eine ungeschlechtliche Vermehrung durch Teilung zu sehen berechtigt ist.

Endlich soll hier noch als höchst interessant die Art des Vorkommens von drei bestimmten Planarienarten erwähnt werden. Alle drei leben in Bergbächen, sind aber in diesen auf besondere Zonen beschränkt, die nur wenig übereinandergreifen. In der Regel findet man im Quellgebiet eines solchen Baches Planaria alpina, im Mittellauf Polycelis cornuta und im Unterlauf Planaria gonocephala. Diese merkwürdige Verteilung läßt sich in folgender Weise erklären. Planaria alpina ist ein Eiszeitrelikt. Sie ist an niedere Temperaturen gebunden und war zur Eiszeit allgemein verbreitet, wurde aber mit dem Steigen der Temperatur in den Gewässern immer mehr nach den höher liegenden und darum kühleren Quellgebieten zu gedrängt. Ihr folgte, sie gleichsam vertreibend, Polycelis cornuta, die ebenfalls eine allgemeine Verbreitung aufgewiesen haben muß. Der Vorgang wiederholte sich später noch einmal und er hat bis heute keinen Abschluß gefunden: Durch die weitere Erhöhung der Durchschnittstemperatur veranlaßt, stieg die Planaria gonocephala aus den Flüssen auf und verdrängte die Polycelis nigra aus dem unteren Teil der Bäche. Da letztere aber noch nicht an die kalten Quellgebiete angepaßt ist, sehen wir sie heute auf den Mittellauf der Bäche beschränkt.

Schon im vorigen Jahrhundert entdeckte der berühmte dänische Zoologe Otto Friedrich Müller einen auf dem Lande unter Steinen in feuchter Erde lebenden planarienähnlichen Wurm, Rhynchodemus terrestris *O. F. Müll.* Dieser hat einen fast zylindrischen, nur an der Bauchseite etwas abgeplatteten, 16 mm langen, $1^1/_2$ mm breiten Körper, ist oben schwärzlichgrau, unten weiß gefärbt und läßt am vorderen Ende zwei kleine schwarze Augenflecke erkennen. Nur wenige Male wurde dieses Tier in Frankreich und Deutschland wiedergefunden, wo es Kalkboden zu bevorzugen scheint, und offenbar sind diese gemäßigten Striche gerade diesem Wesen nicht günstig. Auch eine andere Art dieser Gattung ist in Deutschland entdeckt worden, und zwar zuerst in Gießen in Blumentöpfen des Warmhauses im Botanischen Garten, beschrieben als Rhynchodemus bilineatus *Darw.* Wenn die Erde

in den Blumentöpfen nicht feucht genug ist, kriecht das Tier in die Tiefe, sobald aber die Erde von neuem begossen wird, kommt es wieder an die Oberfläche und tastet mit dem Vorderkörper die Umgebung ab. Die größten Stücke sind 12 mm lang. Der Rücken ist rotbraun marmoriert auf schmutzig gelbem Grunde. Außerdem sieht man am Rücken zwei nebeneinander liegende, durch den ganzen Körper verlaufende, ebenfalls rotbraun gefärbte Linien und einen in der Mitte des Körpers liegenden dunkeln Fleck; dieser letztere entspricht der Lage des Schlundrüssels. Die beiden Augen am Kopfende sind scharf umschrieben. Eine ähnliche Form von nur 6 mm Länge, Microplana humicola *Vejd.*, beschrieb Vejdovsky 1889 aus Fundstätten Böhmens.

Alle diese Würmer sind Landtricladen oder Tricladida terricola, die bei uns nur durch wenige Arten vertreten sind und ihr Hauptverbreitungsgebiet in den Tropen und Subtropen haben, wo sie wie jene in feuchter Erde leben. Unter diesen ausländischen gibt es gewaltige Riesen, die es bis zu einer Länge von 60 cm bringen. Ihre Körperform wechselt sehr, und ebenso mannigfaltig ist die Zahl und Anordnung ihrer Augen. Sie pflanzen sich zumeist nur geschlechtlich, wenige auch ungeschlechtlich fort. Man kennt etwa 400 Arten, die sich auf fünf Familien verteilen.

Der Armut an diesen Formen bei uns gegenüber „haben uns“, sagt Max Schultze, „die Reisen des englischen Forschers Charles Darwin mit einer reichen Fauna von Landplanarien in den feuchten Urwaldregionen Südamerikas bekanntgemacht. Mußte zunächst die Eigentümlichkeit des Vorkommens überraschen, daß Würmer aus der Ordnung der Turbellarien, die wir in unseren Gegenden nur im Wasser zu finden gewohnt sind, und die um ihres äußerst weichen, zarten und aller festen Stützen entbehrenden Körperparenchyms willen ausschließlich in diesem Medium zu leben bestimmt zu sein scheinen, in zahlreichen Arten als Landbewohner auftreten, so wurde nicht weniger unser Interesse in Anspruch genommen durch die Angaben über die ansehnliche Größe dieser Tiere, den bunten Farbenschmuck, die nemertinenartige Gestalt, verbunden mit der inneren Organisation der Planarien unserer süßen Gewässer.“

Das Verlangen nach näheren Mitteilungen über die Naturgeschichte dieser Urwaldbewohner wurde, soweit es ihm unter den beschränkten Verhältnissen eines mit der Axt sich ansässig machenden Auswanderers möglich war, durch Fr. Müller befriedigt, der 13 Arten der merkwürdigen Landplanarien teils in der Nähe der Kolonie Blumenau, teils in Desterro beobachtete. Sie lieben mäßig feuchte Orte, unter Holz, Rinde, Steinen, zwischen Blättern der Bromeliazeen, doch nicht in dem daselbst angesammelten Wasser. Am Tage scheinen sie zu ruhen, nachts umherzuschweifen. „In bezeichnendem Gegensatze zu ihren über der Erde lebenden farbigen, augenreichen Gattungsgenossen ist die im Dunkeln hausende Geobia subterranea *O. F. Müll.* ohne Farbenschmuck und Farbensinn, milchweiß und augenlos. Im Habitus entfernt sich diese Art mehr als irgendeine von der typischen Planarienform. Ihr gleichmäßig schmaler, sehr langer, an den Enden abgerundeter Körper, der bei einer Länge von 6—8, selbst bis 11 mm kaum die Breite von 1½ mm erreicht, gibt ihr vollständig das Ansehen einer Nemertine. Das Tier lebt besonders in lockerem, sandigem, aber auch in schwerem zähen Lehmboden in Gesellschaft eines Regenwurmes (Lumbricus corethrurus). Es mag befremden, daß ein so weiches Tierchen, das kaum leise Berührung verträgt, in diesem Medium existieren und sich Wege bahnen könne. Diese Schwierigkeit lösen die Regenwürmer, die den Boden so durchwühlen, daß er wie ein Schwamm von glatten Gängen verschiedener Weite in allen Richtungen durchsetzt ist. Zum Dank dafür werden

die Regenwürmer von dem Plattwurm aufgefressen oder vielmehr ausgesogen. Diese Nahrung war aus der Farbe des Darminhaltes unschwer zu erschließen. Ich habe aber auch Geoplanen getroffen, die eben einen jungen Regenwurm mit dem vorgestülpten Rüssel gepackt hielten, und deren Darm sich mit frischem Blute zu füllen begann."

Auch in den feuchten Waldungen Ceylons sind Landplanarien entdeckt, unter denen sich die Arten der Gattung Bipalium durch das Vermögen auszeichnen, an einem aus der schleimigen Absonderung ihrer Körperoberfläche gezogenen Faden sich aufzuhängen.

In neuerer Zeit hat besonders Georg Lehnert Landplanarien, namentlich Bipalium kewense *Mos.*, untersucht. Er bezog sein Material aus verschiedenen Gewächshäusern Englands, Berlins und hauptsächlich Leipzig-Anger-Crottendorfs. Die Tiere waren augenscheinlich mit tropischen Gewächsen eingeführt worden, jedoch ließ sich nicht feststellen mit welchen, so daß unser Forscher auch über ihr ursprüngliches Vaterland im unklaren blieb. Wie wir jetzt wissen, ist diese Art wahrscheinlich infolge von Verschleppung aus ihrer ursprünglichen Heimat über die ganze Erde verbreitet. Die Bipalien kriechen mit Leichtigkeit über wage- und senkrechte, ja selbst über hängende Flächen dahin, und ihre Bewegung vollzieht sich unter Schlängelungen des ganzen Körpers, Wellenbewegung der Sohle, Flimmerung der Sohlenwimpern und Schleimabsonderung seitens der ganzen Oberfläche ihres Leibes. Die Wimpern sind nicht gleichmäßig auf der Sohle verteilt, es finden sich vielmehr zwei Randzonen mit größeren und ein Mittelraum mit kleineren Wimpern, aber die Tiere können diese nicht zum Vorwärtsschieben benutzen, wenn sie keinen Schleim absondern können. Dieser bleibt in Gestalt eines Fadens als Kriechspur zurück. Beim Kriechen wird der Kopf mit dem vorderen Körperabschnitt (durchschnittlich etwa auf ein Neuntel der ganzen Körperlänge) erhoben getragen. Er führt nach allen Seiten tastende Bewegungen aus, erscheint ausgebreitet halbmondförmig, kann aber auch in Zungen- oder Lanzenspitzenform zusammengezogen und gestreckt werden. Kommen die Tiere an eine Unterbrechung ihres Weges, so strecken sie sich zunächst aus und suchen mit dem Kopfabschnitt überall herum, bis sie einen festen Punkt erreicht haben, nach diesem ziehen sie sich hinüber, aber immer unter Entwickelung eines Schleimfadens, der in Gestalt einer Brücke zurückbleibt. Wollen sie sich von einem erhöhten Punkt herablassen, so bilden sie erst einen dreieckigen Schleimspiegel, von dessen einer Seite sie dann, auch an einem Faden, herabgleiten. Da aber die Bildung des Spiegels eine größere Schleimmasse beansprucht, können sie ihn nur etwa viermal hintereinander herstellen, dann müssen sie einige Zeit aussetzen. So sehr sie auf feuchte Örtlichkeiten angewiesen sind, so sehr meiden sie das Wasser, wahrscheinlich weil es ihre Schleimfäden auflöst.

Auch die Bipalien Lehnerts nährten sich von Regenwürmern, aber nur lebenden, sich windenden; über diese, und wenn sie ein Sechstel so lang wie die ganze Planarie sind, stülpen sie ihren Schlund weg, saugen sie aber nicht aus, sondern verdauen die Nahrung Schicht auf Schicht innerhalb 1—5 Stunden. Alle 5—7 Stunden nehmen sie eine tüchtige Mahlzeit zu sich, können aber auch drei Monate und darüber hungern. Es sei noch vermerkt, daß sich Bipalium durch eine beinahe ebenso weitgehende Regenerationsfähigkeit auszeichnet wie manche Süßwasserplanarien.

Die etwa 60 Arten der Seetricladen oder Tricladida maricola verteilen sich auf sechs Familien, deren Vertreter mit Ausnahme der auf Rochen schmarotzenden, augenlosen Micropharynx parasitica *Jägskd.* alle zwei Augen besitzen. Diese Art ist zugleich der einzige wirkliche Parasit unter den Tricladen.

An den Kieferfüßen oder Kiemenblättern der Molukken- oder Pfeilschwanzkrebse (Limulus) lebt die mit einem Saugnapf am Hinterende ausgestattete Bdelloura candida *Girard*, die aber kein echter Schmarotzer genannt werden darf, da sie nur die Mahlzeiten mit dem Krebs teilt, also „Kommensale" ist. Alle übrigen Seetricladen leben frei an den Meeresküsten, wo man sie besonders häufig im groben Sande der Brandungszone antreffen kann. Es handelt sich fast durchweg um kleinere Würmer, die sich nur geschlechtlich vermehren und ihre Eier in **Kokons** ablegen.

Eine besondere Beachtung hat von ihnen nur Gunda segmentata *Lang* (Procerodes lobata) gefunden. Bei diesem im Mittelmeer vorkommenden, nur wenige Millimeter langen Wurm wiederholen sich zu beiden Seiten die Darmäste, die einzelnen Abschnitte der Wassergefäße, die Querverbindungen der Bauchnervenstränge und endlich die Geschlechtsdrüsen in regelmäßigen Abständen in gleicher Weise. Der Züricher Zoologe Arnold Lang hat nun von dieser sogenannten „Pseudometamerie", die sich außer bei Gunda, allerdings weniger deutlich ausgeprägt, auch noch bei einigen anderen Turbellarien findet, die echte „Metamerie" der Ringelwürmer abzuleiten versucht, die wir bei der Besprechung dieser Wurmabteilung noch näher kennenlernen werden, weswegen ihrer hier nur Erwähnung getan sein soll. Zugleich möchte Lang in Höhlungen innerhalb der reifen Keimdrüsen, die allerdings gerade bei Gunda mit verblüffender Deutlichkeit aufzutreten pflegen, den Ursprung der sekundären Leibeshöhle der Anneliden und der anderen höherstehenden Metazoen sehen. Die auf dieser Grundlage aufgebaute „Gonocöltheorie" hat viele Anhänger gefunden.

Vierte Unterordnung: **Polycladida.**

Die letzte Unterordnung der Strudelwürmer, die wir zu besprechen haben, sind die mit einem vieläſtigen Darm versehenen Polycladida, deren etwa 300 Arten alle im Meere leben. Es handelt sich dabei um größere, bis zu 15 cm lange Würmer, deren Körper meist sehr in die Breite gezogen erscheint, so daß er ein ganz blattartiges Aussehen erhält. Oft sind die Tiere durchscheinend oder schön gefärbt. Das Bezeichnende an ihnen ist der Darmkanal, der mit einem ähnlichen Schlundrohr beginnt wie bei den Tricladen, dann aber allseitig zahlreiche verzweigte Äste abgibt. Die Entwickelung der Polycladen ist nur bei manchen eine unmittelbare, bei den übrigen wird eine Metamorphose durchgemacht, indem aus den Eiern zunächst eine Larve ausschlüpft, die sogenannte Müllersche Larve, die mit Hilfe von acht, mit starken Wimpern umrandeten Lappen eine Zeitlang umherschwimmt, ehe sie sich in den jungen Wurm umwandelt. Man teilt die Polycladen in zwei Gruppen ein, von denen die Cotylea einen Saugnapf auf der Bauchseite haben, der den Acotylea fehlt.



Müllersche Larve. Schwach vergrößert. Nach A. Lang.

Zu den Acotylea gehört die in der Nordsee und im Mittelmeer heimische Planocera folium *Grube*, die mit ein paar Nackenfühlern ausgestattet ist. Zu derselben Gruppe wird die außerordentlich dünne Leptoplana tremellaris *O. F. Müll.* der europäischen Meere gestellt, die sich bei Ebbe im Sande oder unter Steinen verkriecht, bei der Flut aber hervorkommt, um frei umherzuschwimmen. Im Mittelmeer findet sich Leptoplana pallida *Qtrf.*

Faltenförmige Randfühler besitzt Thysanozoon brochii *Grube*, die ihren Namen „Zottenplanarie" von eigenartigen Hautzotten der Rückenseite hat, in welche die Darmäste eintreten. Sie ist ebenso wie Prostheceraeus vittatus *Mont.* und Oligocladus sanguinolentus *Qtrf.* ein Vertreter der Cotylea.

Interessant ist es, die Polycladen, wenn sie frisch aus dem Meere gefangen sind, in einem Glase mit Seewasser zu beobachten. Die Tiere sehen so zart aus, daß man kaum begreift, wie sie oft unter dem schwachen Schutz einiger Tangstreifen dem Wellenschlag widerstehen können. O. Schmidt hat sich mit ihrer Beobachtung längere Zeit bei seinem Aufenthalt in Kephallinia abgegeben. Die Stadt Argostoli liegt an einem in seinem blinden Ende sich sehr verflachenden Meerbusen, dessen Grund dicht bedeckt ist mit Schwämmen und Tangen. Der Forscher ließ sich durch einen darin herumwatenden Fischer einen Haufen Tang herauswerfen, nahm ihn ohne alle Sorgfalt gepackt mit in die Wohnung und tat dann kleinere Mengen in ein Gefäß. Nach wenigen Minuten kamen die Planarien unversehrt hervorgeschwommen. Ohne Frage gehören diese Gattungen (Thysanozoon, Leptoplana usw.) zu den lieblichsten der Meeresbewohner. Unsere Abbildung stellt die bei Neapel sehr gemeine Zottenplanarie dar. Der Rücken des oft gegen 3 cm langen Tieres ist mit vielen Reihen dunkel gefärbter troddel- oder zottenförmiger Anhänge bedeckt. Am Kopfende befinden sich ein Paar schräg nach aufwärts stehende, ohrförmige Falten, in denen der Gefühlssinn besonders vereinigt zu sein scheint. Die Bauchfläche ist rein weiß. Das Tier ist in der Lage dargestellt, wie es mit dem größeren Teile der Bauchfläche an einem Tange haftet, mit dem Vorderende aber, nach einer neuen Unterlage suchend, sich aufrichtet. Die Seeplanarien beginnen jedoch erst im Mittelmeer mit einer größeren Mannigfaltigkeit und verleihen mit anderen niederen Organismen den klassischen Ufern von Neapel und Sizilien für den Naturforscher noch eine besondere Anziehungskraft. Selbst ein Laie, der unter allen Umständen in einem Wurm etwas Ekelerregendes zu sehen gewöhnt ist, würde vielleicht von der Vielgestaltigkeit und der Farbenpracht der Tiere entzückt sein, die ein Lang in seiner Monographie „Die Polycladen des Golfes von Neapel" dargestellt hat. Auch die stille Bai von Villafranca bei Nizza läßt den Freund dieser niederen, verborgenen Tierwelt nie leer an den öden Strand der Stadt Nizza zurückkehren. Mit vielen schönen Formen aus den südlichen Meeren hat uns Schmarda bekanntgemacht. Es ist von hohem Interesse, daß die Planarien des Baikalsees, der sehr reich an ihnen ist, sich (nach Grube) der Mehrzahl nach den marinen Formen durch Größe und Färbung anschließen.



Zottenplanarie, Thysanozoon brochii *Grube*. 2mal vergrößert.

Zweite Ordnung.
Saug- oder Lochwürmer (Trematodes).

Alle Saug- oder Lochwürmer sind Schmarotzer, und zwar sind sie durch Umbildungen, die dieser Lebensweise entsprechen, aus den Strudelwürmern hervorgegangen. Über die engeren Grenzen der Ordnung ist man immer ziemlich einig gewesen. Die Trematoden sind fast alle blattförmig, abgeplattet, nicht besonders lang, mit Saugnäpfen vorn, in der Mitte oder am Hinterende versehen. An das Wimperkleid der Strudelwurm-Ahnen erinnert nur noch die häufig anzutreffende Bewimperung der Larven, während die Haut der Erwachsenen keine Spur von Wimpern mehr zeigt. Die Nahrung der Trematoden besteht aus Körpersäften ihrer Wirte, Schleim, Blut, Darminhalt. Der Verdauungskanal hat immer nur eine Öffnung, den Mund, und ist gewöhnlich gabelförmig. Blutgefäße finden sich nicht, wohl aber ein mit einer Mündung am Hinterende des Tieres sich öffnendes Wassergefäßsystem, das dem der Strudelwürmer gleicht. Bei den weitaus meisten der Trematoden sind die Geschlechter vereinigt, d. h. die Tiere sind, wie die Turbellarien, Zwitter. Die Entwickelung ist entweder eine unmittelbare, oder sie wird durch einen Wirts- und Generationswechsel kompliziert. Diese Eigentümlichkeit hat man bei der systematischen Einteilung der Saugwürmer in zwei Gruppen benutzt, da ihr gleichzeitig auch gewisse Besonderheiten im Bau der betreffenden Formen entsprechen.

Wir unterscheiden demnach zwei Unterordnungen der Saugwürmer, deren Artenzahl viele Hunderte beträgt, nämlich: 1) die Monogenea oder Heterocotylea und 2) die Digenea oder Malacocotylea.

Erste Unterordnung: Monogenea.

Die Unterordnung der Monogenea umfaßt Saugwürmer, die mit wenigen Ausnahmen als „Außen-Schmarotzer" oder „Ektoparasiten" an die Fische gebunden sind. Sie haben am Vorderende gewöhnlich zwei kleinere, seitlich gelegene Sauggruben, am Hinterende dagegen eine Haftscheibe mit mehreren Haftorganen in Gestalt von Sauggruben und Klammerhaken, von deren wechselnder Zahl und Anordnung diese Gruppe der Saugwürmer auch Heterocotylea hieß. Sie legen wenige, große Eier, aus denen sich die Jungen ohne Generationswechsel entwickeln (daher der Name der Unterordnung); indessen durchlaufen diese bisweilen eine Metamorphose. Sie sind als äußerlich schmarotzende Tiere zwar mit einer Reihe nur ihnen zukommender Eigentümlichkeiten, eben gerade den Haft- und Klammerorganen ausgerüstet, aber aus demselben Grunde auch weniger degeneriert als ihre innerlich parasitierenden Verwandten. So haben manche von ihnen auch im erwachsenen Zustande Augen. — Die Monogenea verteilen sich auf etwa acht Familien.

Eine der längst bekannten, schon im vorigen Jahrhundert gut beschriebenen Gattungen ist Epibdella *Blainv.*, die zu der Familie der Tristomidae gehört. Man hat sie auch Tristomum (Dreimund) genannt, weil oberhalb der eigentlichen Mundöffnung noch zwei kleine Saugnäpfe gleichsam wie zwei weitere Mäuler liegen. Epibdella hippoglossi *Bened.* ist ein häufiger Schmarotzer auf dem Heilbutt (Hippoglossus). Sehr in die Augen fallend ist der hintere Saugnapf, in dem man bei genauer Untersuchung mit mäßiger Vergrößerung ein Paar größere und einen sehr kleinen Haken entdeckt. Der Wurm nimmt oft die Stellung an, die auch der Blutegel liebt, indem er das Kopfende an den hinteren Saugnapf

ansetzt. Außerdem verlängert er den Körper wie die Blutegel oder verkürzt ihn, indem er in die Breite geht, ohne jedoch die Ausdehnungsfähigkeit der Egel zu haben. Die Farbe ist weiß wie die Unterseite der Fische, die er bewohnt.

An diese Gattung reihen sich andere, die ebenfalls durch den Besitz eines großen Saugnapfes am Hinterende ausgezeichnet sind, und deren zahlreiche Arten an den Kiemen von Seefischen schmarotzen. Wir nennen nur Tristomum coccineum *Cuv.* am Schwertfisch (Xiphias gladius) und Tristomum molae *Blanch.* am Mondfisch (Orthagoriscus mola), die wegen ihrer eintönigen Lebensweise kein weiteres Interesse erwecken.

Als Parasiten auf anderen Parasiten lernen wir die Arten der Familie der Udonellidae kennen. Diese sonderbaren Wesen befestigen sich auf den an Fischen schmarotzenden Fischläusen (Caligus) und Lernäen, benutzen diese zu den Ruderfüßern gehörenden, infolge ihrer Lebensweise teilweise ganz ungemein rückgebildeten Krebse aber bloß als Unterlage



Doppeltier, Diplozoon paradoxum *Nordm.* Stark vergrößert. Nach E. Zeller (Zeitschr. f. wissensch. Zool., Bd. 22). a) Ei (man erkennt deutlich den Deckel, der beim Ausschlüpfen der bereits entwickelten Larve abplatzt); b) Larve; c) zwei erst einseitig verbundene Diporpen; d) das Doppeltier.

oder Wohnung, bzw. die Caligiden als Fahrgelegenheit, indem sie ihre Nahrung lediglich von den Fischen beziehen. Udonella caligorum *Johnst.* ist eine der häufigeren Formen.

Wir lassen nun einige Beispiele aus einer anderen formenreichen Familie, nämlich den Polystomidae oder Vielmündern, folgen, deren Angehörige am Hinterende mehrere, sechs oder acht, Saugnäpfe in zwei Reihen tragen. Darunter findet sich eine der wunderbarsten Erscheinungen des Tierreiches, das Doppeltier, Diplozoon paradoxum *Nordm.* (Fig. d der Abb.). Dieses Wesen besteht aus zwei vollkommen gleichen Hälften, deren jede alle Eigenschaften eines ganzen Tieres besitzt: es sind zwei in der Mitte ihres Körpers miteinander nicht nach Art der siamesischen Zwillinge, sondern über das Kreuz verbundene Individuen. Die beiden zugespitzten Vorderenden haben jedes eine Mundöffnung und daneben ein Paar kleine Saugnäpfe. Bei Anwendung einigen Druckes sieht man bei geeigneter Vergrößerung den aus einer mittleren Röhre und zahlreichen Seitenzweigen bestehenden Darmkanal, der gleich allen übrigen Organen in jeder Hälfte gesondert verläuft. Am Hinterende jedes Wurmes finden sich in einer Vertiefung zwei Haftorgane, die aus vier durch Hartteile in Gestalt einer Schnalle gestützten Saugnäpfen zusammengesetzt sind. Jede der beiden Hälften des Doppeltieres zeigt den vollständigen zwitterigen Fortpflanzungsapparat, der ebenfalls in allen Einzelheiten mit diesen Organen der übrigen Saugwürmer übereinstimmt.

So lebt das Doppeltier auf den Kiemen mehrerer unserer Karpfenarten, z. B. des Bleis, des Gründlings, der Elritze. Es blieb zwei Jahrzehnte nach seiner Entdeckung ein

unverstandenes Rätsel, bis v. Siebold die überraschende Lösung fand. Es handelt sich um einen Saugwurm, der in der Jugend die Kiemen von Süßwasserfischen aufsucht und schon längst bekannt, jedoch für eine besondere Gattung, Diporpa, gehalten worden war. Diese Diporpen (c) stellen nämlich jede ein wirklich einzelnes Individuum dar, das alle Merkmale der Familie besitzt, nur daß die Fortpflanzungsorgane noch nicht ausgebildet sind. Nach einiger Zeit findet dann die Vereinigung von je zwei Diporpen zu einem Doppeltier statt, die eine so innige ist, daß die Scheide des einen mit dem Samenleiter des anderen und umgekehrt verwächst, die Tiere also von nun an gewissermaßen in ewiger Begattung leben. Zeller gelang es, aus den Eiern des Doppeltieres Diporpen in reinem Wasser zu ziehen und die Vereinigung zweier Diporpen zu beobachten. Das Junge bedarf zu seiner Entwickelung in dem länglichen, mit einem langen Hornfaden versehenen Ei (a) etwa 14 Tage. Das Junge, von ungefähr 0,26 mm Länge (b), ist bewimpert und trägt zwei Augen; von Klammerorganen am Hinterende ist nur ein Paar vorhanden.



Polystomum integerrimum *Fröl.* Nach Zeller. s Mundöffnung, t Schlundkopf, a äußere Geschlechtsöffnung, m „Seitenwülste" (Begattungsorgane), b Eierstock, n Ausführungsgang des Eierstockes, o männliche Keimdrüsen, w kleine Haken, x große Haken, k Dotterstock, v Saugnäpfe. Der Darm ist das schwarze, lappige Gebilde zu beiden Seiten des Körpers. Stark vergrößert.

Wird den Tierchen keine Gelegenheit geboten, sich auf den Kiemen ihrer Wohnfische anzusetzen, so werden sie nach wenigen Stunden matt und sterben bald. Die Ansiedelung wurde von Zeller nicht unmittelbar beobachtet, doch fand er im Juli und August auf den Kiemen der Elritze (Phoxinus phoxinus) oft 100 und mehr Diporpen auf einmal, unter ihnen solche, die eben erst ihren Platz eingenommen haben mußten. Die ausgebildete Diporpa hat eine ungefähr lanzettförmige, abgeplattete Gestalt. Sie trägt auf der Bauchfläche einen kleinen Saugnapf und auf dem Rücken, etwas weiter nach hinten gerückt, eine zapfenförmige Hervorragung. Wie Zeller gezeigt hat, kommen die Doppeltiere dadurch zustande, daß jedes Individuum mit seinem Saugnapf den Rückenzapfen des anderen umfaßt. Diese Vereinigung tritt jedoch oft erst nach Wochen und Monaten ein, während welcher die einzelnen Diporpen, gleich dem Diplozoon, Blut aus den Kiemen saugen. Die einzige auffallende Veränderung der isolierten Diporpen besteht in der Anlage des zweiten, nicht selten auch des dritten Klammerpaares am Hinterende.

In der Harnblase unserer Frösche, vor allem des Grasfrosches (Rana temporaria), lebt Polystomum integerrimum *Fröl.* Das Tier mit plattem, etwas ringeligem Körper erreicht eine Länge von 8—10 mm. Es unterscheidet sich von den meisten Saugwürmern durch den verästelten und mit vielen Ausbuchtungen versehenen Darmkanal, besitzt keine seitlichen Saugnäpfe am Vorderende und ist vor allem kenntlich an einer ansehnlichen Scheibe am Hinterende, auf der sich drei Paar Saugnäpfe und ein großes Hakenpaar befinden. Die Polystomen bringen ihre bräunlichen, schon mit bloßem Auge sichtbaren Eier unmittelbar in das Wasser, indem sie ihr mit der Geschlechtsöffnung versehenes Vorderende aus der Harnblase herausstrecken, und zwar geschieht dies im Frühjahr, nachdem die Frösche das Winterlager verlassen haben. Nach einigen Wochen schlüpfen

die Larven aus, die vier Augen, eine von 16 Häkchen umstellte Haftscheibe, noch ohne Saugnäpfe, und fünf Querreihen von Wimpern auf der Hautoberfläche besitzen. Diese Tierchen gelangen nun in die Kiemenhöhlen der unterdessen ebenfalls entwickelten Kaulquappen, wo sie sich festsetzen und langsam zu jungen Polystomen auswachsen. Wenn dann nach Ablauf von ungefähr acht Wochen die Kiemen der Kaulquappen rückgebildet werden, wandern die jungen Tiere durch den Verdauungskanal jener in die Harnblase ein, wo sie erst nach einer Zeit von mindestens drei Jahren geschlechtsreif werden.

Eine weitere Familie der Monogenea sind die Gyrodactylidae, die statt der Saugnäpfe vorn zwei bis vier zusammenziehbare Kopfzipfel, hinten eine mit Haken versehene Haftscheibe besitzen. Der auch wieder an den Kiemen und der Haut verschiedener Süßwasserfische schmarotzende Gyrodactylus elegans *Nordm.* sei als Vertreter genannt.

Zweite Unterordnung: **Digenea.**

Die Angehörigen der Unterordnung der Digenea verteilen sich auf rund zehn Familien. Sie besitzen einen unpaaren Saugnapf am Vorderende, der in der Regel von der Mundöffnung durchbohrt wird, und vielfach noch einen Bauchsaugnapf, während Klammerhaken stets fehlen (daher der frühere Name Malacocotylea). Niemals finden sich bei den reifen Tieren Augen.

Die Digenea sind ohne Ausnahme „Innenschmarotzer" oder „Entoparasiten", lästige Gäste der verschiedensten Tierklassen. Soweit sie einer Wanderung und Verwandlung unterworfen sind, besteht jedoch die Regel, daß die Jugendzustände in niederen Tieren durchlaufen werden, während die Geschlechtsreife vorzugsweise erst in Wirbeltieren eintritt. Da nun unter den letzteren vielfach unsere Haustiere, ja der Mensch selbst von ihnen befallen werden, so ist es verständlich, daß sie frühzeitig die Aufmerksamkeit auf sich gezogen haben. Unter allen Eingeweidewürmern wurden die sich verwandelnden Trematoden zuerst entlarvt, und sie waren es in Gemeinschaft mit einigen anderen niederen Tieren, die Steenstrup auf den fruchtbaren Gedanken von der Fortpflanzung durch wechselnde Generationen brachten.

Der Generationswechsel in Verbindung mit dem ein- oder mehrmaligen Wirtswechsel soll natürlich die Verbreitung und damit den Bestand der Art sicherstellen. Es ist eben für Binnenschmarotzer schwieriger, in den endgültigen Wirt, in dem sie nur geschlechtsreif werden können, zu gelangen, als für Außenschmarotzer. Ein großer Teil der Eier geht verloren, auch wenn sie wie hier sehr klein sind, in Unmengen abgelegt werden und darum leicht verschleppt werden können. Hat aber jede aus einem Ei hervorgehende Larve die Fähigkeit, ohne Befruchtung zunächst eine größere Anzahl frei beweglicher oder durch Zwischenwirte verschleppter Nachkommen zu erzeugen, so wird die Wahrscheinlichkeit, daß ein Tier bis in den letzten Wirt und da zur Reife kommt, bedeutend größer. Doch sehen wir zu, wie ein solcher Zeugungskreis verläuft; gewöhnlich finden wir folgenden Gang:

Aus den Eiern schlüpft ein mit Wimperhaaren bedeckter, länglich birnenförmiger Embryo, der am breiteren vorderen Ende bisweilen einen x förmigen Augenfleck trägt, Anlagen eines Wassergefäßsystems, gelegentlich auch schon eine Sauggrube, Mund und Darm aufweist. Dieser Embryo, dem man den Namen Miracidium gegeben hat, begibt sich nun, mittels seines Flimmerkleides munter schwimmend, auf die Suche nach einem Mollusk, meist einer Schnecke, in die er eindringt, um sich in ihr unter Verlust seines Wimperkleides in einen „Keimschlauch", auch „Amme" oder Sporozyste genannt, zu verwandeln.

Ein solcher Schlauch ist mehr oder weniger eiförmig, mund- und darmlos und ohne

äußere Körperanhänge. In seinem Inneren entwickeln sich auf ungeschlechtlichem Wege aus unbefruchteten Keimzellengruppen Tiere einer neuen, also der zweiten Generation, die nach ihrem ersten Entdecker, dem berühmten italienischen Naturforscher Francesco Redi (gest 1697), **Redien** heißen. Sie sind von walzenförmiger Gestalt, mit zwei kurzen seitlichen Anhängen hinter der Körpermitte; das Kopfende ist kegelförmig zugespitzt, das Hinterende verjüngt sich allmählich schwanzartig. Zum Unterschiede von der Sporozyste besitzt die Redie jedoch stets einen Darm mit muskulösem Schlundkopf und eine Mundöffnung.

Im Inneren des Wirtes wachsen die Redien schnell heran; es treten in ihrem Inneren Keimzellen auf, die sich wieder ohne Befruchtung, also parthenogenetisch, entwickeln und entweder nochmals Redien oder sofort eine neue dritte Generation, die **Schwänzlinge** oder **Zerkarien**, liefern. Die Schwänzlinge sind die Larven der Geschlechtstiere und gleichen diesen schon einigermaßen: sie besitzen Saugnapf, Mund und Darm wie diese, sind aber in der Regel mit vergänglichen Larvenorganen ausgerüstet, nämlich mit einem Augenfleck, einem Stachelapparat und einem beweglichen, mitunter gegabelten Schwanzanhang, durch den sie entfernt das Aussehen von Kaulquappen gewinnen. Haben sie eine gewisse Größe erreicht, so schlüpfen sie durch eine am Vorderende befindliche Geburtsöffnung aus der Redie und wandern aus ihrem Wirte aus. Jetzt kommen ihnen ihre Larvenorgane zugute, denn sie sind auf der Suche nach einem neuen Wirte. Daß ihr Augenfleck genügt, ihnen diesen bemerklich zu machen, ist höchst zweifelhaft, es werden andere Vorrichtungen sein, die hierbei in Tätigkeit treten, aber ihr äußerst beweglicher Schwanzanhang ist ein vortreffliches Ruder. Endlich finden sie ihren neuen Wirt, irgendein Wassertier vom Wurm bis zum Frosch, an dieses machen sie sich heran, um sich einzubohren, was mittels des Stachelapparates und unter Mitwirkung des drehende Bewegungen ausführenden Schwanzanhanges geschieht. Das Ziel ist erreicht, die Zerkarie ist in ihr Opfer eingedrungen. Hier wirft sie den nunmehr überflüssigen Schwanz, dem sie ihren Namen verdankte, ab, kapselt sich ein und verwandelt sich in ein junges Geschlechtstier, dessen Fortpflanzungsorgane aber noch nicht entwickelt sind. In dieser Gestalt wartet sie, bis ihr einstweiliger Wirt von einem anderen geeigneten Tiere gefressen wird, in dessen Magen oder Darm der Wirt zwar verdaut und die Kapsel des jungen Zweimaules aufgelöst wird, dieses selbst aber keine Anfechtungen erleidet. Nach vielen Irrfahrten und vielen Möglichkeiten, auf diesen zu scheitern wie unzählige seiner Geschwister, ist der junge Trematode jetzt im sicheren Hafen eingelaufen und sucht nun in dem neuesten, dem sogenannten endgültigen Wirte (die anderen waren bloß Zwischenwirte), die Stellen auf, seien es Darm, Harnblase, Lebergänge, in denen er geschlechtsreif wird und Eier erzeugt. Mit dem Kote des endgültigen Wirtes gelangen die Eier nach außen ins Wasser, und der Entwickelungskreis beginnt aufs neue.

Wir sehen, um kurz zu wiederholen, also folgenden Entwickelungsgang: 1) schwimmender Embryo: freies Wasser, 2) ein- oder zweimaliger Keimschlauch: erster Zwischenwirt, 3) schwimmende Zerkarie: freies Wasser, 4) eingekapseltes junges Geschlechtstier: zweiter Zwischenwirt, 5) unfreiwillig durch Gefressenwerden des zweiten Zwischenwirtes eingewandertes reifes Geschlechtstier: endgültiger Wirt.

Der Entwickelungsgang kann sich aber auch vereinfachen, so bei dem äußerst seltsamen Leucochloridium paradoxum *Carus* (Abb., S. 214). Im Darm gewisser Singvögel, besonders solcher, die sich in der Nähe des Wassers aufhalten und Insekten fressen, lebt ein zur Familie der Blattegel, Fasciolidae, gehörender Saugwurm, Urogonimus macrostomus

Rudolph (Distomum macrostomum), dessen Eier mit dem Kote nach außen gelangen, vielleicht auch auf Pflanzen am Ufer von Bächen und Tümpeln. Hier halten sich stellenweise massenhaft die amphibischen Bernsteinschnecken (Succinea putris) auf, die die Blätter der Uferpflanzen mit ihrer Feilenzunge schabend abnagen, dabei aber auch die Eier des Zweimaules mit verschlingen. Diese entwickeln sich dann zu einem sehr sonderbaren Keimschlauch, der in Gestalt eines vielfach verästelten Gespinstes die Eingeweide der Schnecke umgibt und in sich Keimballen erzeugt, aus denen schwanzlose Zerkarien hervorgehen. Letztere bleiben nicht in den Ästen jenes Gespinstes, sondern treten gruppenweise in besondere Endschläuche desselben über, wo sie, schichtenweise hintereinander gelagert, eine Art Patrone, eben das Leucochloridium, bilden. Der vordere Abschnitt dieser Endschläuche, die besonders oft in die Fühlhörner der Schnecke eindringen und diese unförmlich verdicken, ist bunt gefärbt, grün und weiß gebändert, an der Spitze dunkel braunrot. Da die Schläuche sich nun auch noch in regelmäßigen Zwischenräumen zusammenziehen und wieder strecken, so erhalten sie eine auffallende Ähnlichkeit mit gewissen Dipteren- (Fliegen-) Larven und erregen damit bald die Aufmerksamkeit der der Jagd obliegenden Singvögel, welche die vermeintliche Larve als gute Beute verschlingen, nicht ahnend, daß sie sich bei dieser Gelegenheit die Schmarotzer einverleiben. Da der Fühler der Schnecke wieder nachwächst, so bietet sich für einen neuen, unterdessen reif gewordenen Schlauch bald wieder Gelegenheit, seinerseits dasselbe Spiel zu wiederholen, und es kann eine einzige solche Schnecke auf diese Weise die Schmarotzer auf eine ganze Anzahl von Vögeln übertragen, zumal nach den Untersuchungen von Heckert das Leucochloridium sogar mit der Schnecke überwintern kann.



Leucochloridium paradoxum *Carus*, der aus der Schnecke herauspräparierte Keimschlauch. 3fach vergrößert. Nach G. A. Heckert.

Wir haben hier einen der wenigen, wenn nicht den einzigen Fall vor uns, in dem ein Tier oder eine Gesellschaft von Tieren herausfordernd gefärbt ist, um gefressen zu werden. Der Feind wird hier zum Freund!

Bernsteinschnecke, Succinea amphibia, mit Leucochloridium parodoxum *Carus* im rechten Fühler. Nach G. A. Heckert. Natürliche Größe.

Von viel hervorragenderem allgemeinen Interesse ist die Lebensgeschichte eines anderen Vertreters derselben Familie, der Fasziolíden, nämlich des berüchtigten Leberegels, Fasciola hepatica *L.* (Distomum hepaticum; s. Tafel „Würmer“, 1, bei S. 228). Ganz beträchtlich ist der Schade, den dieser Schmarotzer der Viehzucht und damit der gesamten Menschheit zugefügt hat. Lassen wir den größten Kenner des tierischen Schmarotzertums und zugleich den Entdecker der Entwickelungsgeschichte des Leberegels, Leuckart, reden: „Für das Jahr 1830 wird der Verlust allein an Schafen in England auf etwa 1½ Million Stück berechnet,

die einen Geldwert von nahezu 4 Millionen Pfund Sterl. (80 Millionen Mark) repräsentieren. Nach Zündel ging in Elsaß-Lothringen 1873 der dritte Teil aller Schafe im Werte von 1150000 Frank zugrunde. In Irland soll 1862 sogar mehr als die Hälfte der Schafe (60 Prozent), in Slawonien 1876 nahezu die Hälfte (40 Proz.) alles Hornviehes an der Leberegelseuche gestorben sein. Allein in der Umgegend von Arles fielen 1812 nicht weniger als 300000 Stück. Ebenso ging, nach den Mitteilungen von Wernicke, im Jahre 1882 in den südlichen Provinzen von Buenos Aires nicht weniger als 1 Million Schafe zugrunde."


Geschlechtsreifer Urogonimus macrostomus *Rudolph.* Nach G. A. Heckert. 85fach vergrößert.

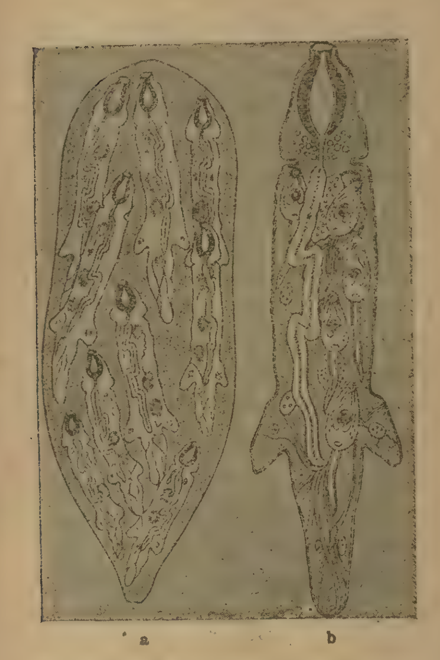
Daß auch in neuerer Zeit die Leberegelkrankheit unter dem Viehbestande immer noch viel verbreitet ist, erhellt aus den Angaben, die Fiebiger dem Bericht über das österreichische Veterinärwesen entnimmt. Danach waren im Schlachthause in Graz im Jahre 1905: 2350 Rinder, 26 Schafe und 20 Schweine, im Schlachthause zu Marburg im Jahre 1906: 70 Prozent, im Schlachthause von Tettau im gleichen Jahre 90 Prozent der geschlachteten Rinder mit Leberegeln behaftet. Es sei dabei gleich hier zur Beruhigung ängstlicher Gemüter hinzugefügt, daß der Parasit, wie aus den folgenden Zeilen hervorgehen wird, in dem Stadium, in dem er sich in unserem Schlachtvieh befindet, nicht auf den Menschen übertragbar ist, wenn auch die betroffenen Teile der befallenen Tiere vom Verkauf ausgeschlossen werden.


Flimmerlarve („Miracidium") des Leberegels, Fasciola hepatica *L.* Nach Leuckart.

Schon lange war es aufgefallen, daß gewisse Jahre ein großes Sterben des Hornviehes an der Egelseuche brachten. Solche Jahre waren in den betreffenden Gegenden immer sehr feucht und regenreich gewesen. Weiter hatte man bemerkt, daß bestimmte Örtlichkeiten ganz besonders dazu angetan waren, die Schafe mit Leberegeln anzustecken. „Der erfahrene Landwirt kennt nicht bloß die Gefahren solcher Gegenden, er kennt auch vielfach die besonders verdächtigen Plätze, meist Gräben und Pfützen ohne rechten Abfluß oder ‚saure' Wiesen, die er nach Kräften meidet, um seine Herde nicht zu ‚verhüten'." — Wie geht das alles zu? — Mit dem Kote der von der Leberfäule befallenen Schafe gelangen die Eier des Parasiten nach außen, viele auf trockenen Boden, wo sie zugrunde gehen (denn Austrocknen, wie viele Rundwürmer, können die Eier der Saugwürmer durchaus nicht vertragen), viele aber auch auf feuchte Erde, die bald überschwemmt sein wird, oder in das Wasser selbst. Die Entwickelung des Embryos geht nur im Wasser vor sich und um so schneller, je günstiger die Bedingungen sind, namentlich je höher die Temperatur ist. Die Eier aber, die etwa im Spätherbst in das Wasser gelangt sind, können den Winter überdauern, ohne ihre Keimfähigkeit einzubüßen. Geht alles gut, so entwickelt sich aus dem Ei ein Embryo, im allgemeinen von der weiter oben beschriebenen Beschaffenheit. Das Miracidium (s. die Abb.

auf S. 215) schwimmt herum und sucht sich seinen Zwischenwirt. Als solcher dient aber eine einzige Schneckenart, die ganz Europa, von Island und den Färöer an, Nordasien, die Kanaren, Nordafrika bis Abessinien bewohnt und in Australien und Amerika vielleicht auch vorkommt oder durch sehr nahe verwandte Formen, möglicherweise nur Lokalrassen, vertreten wird. Diese kleine, 4—8 mm lange Schnecke, Limnaea truncatula *O. F. Müll.* (Limnaeus minutus), bewohnt feuchte Örtlichkeiten, nicht bloß das Wasser; sie lebt mehr amphibisch, kriecht zwischen Moos und am unteren Teil der Grashalme empor, ja versteigt sich bei anhaltend feuchter Witterung noch höher, selbst auf kleine Büsche.

Sind nun die Embryonen des Leberegels in großer Menge durch die Oberhaut, das Atemloch usw. in eine solche Schnecke eingedrungen, so trägt diese ihre unwillkommenen Gäste überall mit sich herum. Im Inneren ihres Wirtes werden die jungen Würmer zu Keimschläuchen, und zwar zu ovalen Sporozysten (a), deren 12—15 Keimballen zu Redien (b) heranwachsen. Diese Redien suchen das Innere des Wirtes, besonders seine Leber, auf und sind erfüllt mit Keimen, die entweder unmittelbar zu Zerkarien oder, je nach der Jahreszeit, gar abermals zu Tochterredien heranwachsen.



Entwickelungszustände des Leberegels, Fasciola hepatica *L.* Nach Csokor. a Keimschlauch (im Inneren Redien), b Redie (im Inneren Zerkarien).

Die Zerkarien (Abb., S. 217) sind ausgezeichnet durch den Besitz eigentümlicher, großer Organe, von denen je eins an jeder Seite neben dem Darm liegt. Es sind das Drüsen, die eine wichtige Rolle im Haushalt unseres Tieres spielen. Die Zerkarien verlassen nämlich ihren Zwischenwirt innerhalb oder außerhalb des Wassers, suchen aber keinen weiteren Zwischenwirt auf, sondern umgeben sich an Grasstengeln und den tieferen Teilen anderer Pflanzen feuchter Orte mit einer Kapsel, die aus dem Sekret jener Seitenorgane besteht, und in welcher der Wurm längere Zeit lebenskräftig verbleibt, auch wenn sich das Wasser von seiner Anhaftungsstelle verlaufen hat. Hier entwickelt er sich zum jungen Geschlechtstier, das samt Kapsel und Pflanze vom endgültigen Wirt gefressen wird und in diesem zum geschlechtsreifen Leberegel auswächst.

Dieser mißt 25—30 mm in der Länge und bis 13 mm in der Breite, hat ein zapfenartiges, 3—4 mm langes Vorderende und einen blattähnlich abgeflachten Hinterleib. Die Außenhaut trägt zahlreiche schuppenartige Stacheln. Die endgültigen Wirte des Leberegels sind in erster Linie Schafe, dann Rinder und andere Wiederkäuer, aber auch Pferde, Esel, Schweine, Elefanten, Kaninchen, Eichhörnchen, Känguruhs und gelegentlich selbst der Mensch. Der regelrechte Aufenthaltsort des Leberegels sind die Gallengänge seines endgültigen Wirtes, wo er sich aber nicht etwa von Galle ernährt, sondern Blut saugt.

Einige Mitglieder der Familie finden sich auch häufiger beim Menschen. Dahin ist zu rechnen Paragonimus westermani *Kerbert* (Distomum pulmonale), ein bis zu 1 cm lang werdender, bräunlichroter, breiter und plumper Saugwurm, der, außer im Königstiger

und Schwein, in China, Korea und besonders in Japan in der Lunge des Menschen schmarotzt. Er verursacht für gewöhnlich keine großen Beschwerden, falls er nicht stärkere Blutgefäße der Lunge angreift und zu Blutungen Anlaß gibt.

Ebenfalls sehr häufig ist in Japan der schlanke Clonorchis endemicus *Baelz* (Opisthorchis); in gewissen Gegenden Mitteljapans sollen über 60 Prozent der Bevölkerung davon befallen sein. Der Sitz dieser Würmer ist die Leber, wo sich ihrer mitunter mehr als 4000 vorfinden. Die durch eine so zahlreiche Besiedelung hervorgerufenen Veränderungen an den befallenen Organen bewirken häufig den Tod des Menschen, der sich wahrscheinlich durch den in jenen Gegenden verbreiteten Genuß von rohen Fischen ansteckt.

Bei denselben Wirten wie der Leberegel und häufig mit diesem vergesellschaftet schmarotzt der Lanzettegel, Dicrocoelium lanceolatum *Rudolph* (Distomum lanceolatum), der 8—10 mm lang wird. Dieser schlanke Wurm, dessen Vorderkörper sich nach vorn zu allmählich verjüngt, kommt gewöhnlich nur in geringerer Anzahl vor, und dies sowie seine Kleinheit und der Mangel an Körperstacheln sind die Ursachen, warum er viel weniger zu fürchten ist. Sein Lebensgang scheint ein ähnlicher wie der des großen Leberegels zu sein. Die aus dem Ei schlüpfende Larve ist hier nur in der vorderen Hälfte bewimpert und trägt auf einem zapfenartigen Scheitelfortsatz einen Bohrstachel. Die Einwanderung in den Menschen gehört zu den größten Seltenheiten.



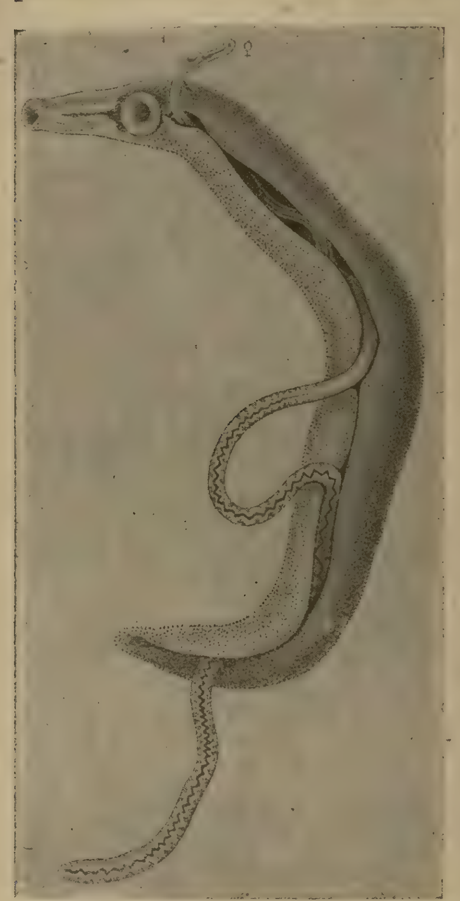
Zerkarien vom Leberegel: a) schwimmend, b) kriechend, c) eingekapselt. Stark vergrößert.

Im Darm unserer Frösche und Salamander lebt Opisthioglyphe endoloba *Duj.*, deren Miracidien in Schlammschnecken (Limnaea stagnalis) gelangen müssen. Die aus den Sporozysten entstandenen Zerkarien wandern dann in die Larven von Netzflüglern, Ephemeriden und Perliden, mit denen sie in den Endwirt kommen. Diese Art und die meisten anderen der Faszioliden wurden früher alle zusammen in der Gattung Distomum (Zweimaul) vereinigt. Unsere Süßwasserfische wie auch die Lurche beherbergen eine sehr große Zahl verschiedener Arten, die heute auf mehrere Gattungen verteilt werden.

Hierhin gehört auch Gorgodera cygnoides *Zed.* in der Harnblase von Amphibien, deren Zerkarie wegen ihres stark verlängerten und dicken Schwanzes ehemals für eine besondere Tierart gehalten wurde, Cercaria macrocerca *Fil.* Diese Zerkarien gehen aus Sporozysten

hervor, die sich an den Kiemen der Erbsenmuschel (Cyclas) entwickeln, und bohren sich in junge Teichschnecken ein, von wo sie in die Lurche gelangen. — In Süßwasserfischen lebt Allocreadium isoporum *Looss*.

Wieder ein Parasit des Menschen ist Schistosomum haematobium *Bilharz* (Gynaecophorus, Bilharzia), ein Vertreter der getrennt geschlechtlichen Familie der Schistosomidae, der vielfach in Ägypten und anderen Küstenländern Afrikas auftritt, von da aber auch weithin verschleppt worden ist. Das 1½ cm lange Männchen besitzt nach der Bauchseite zu umgeschlagene Seitenränder, während das fadenförmige Weibchen viel länger ist. Der Saugnapf liegt bei beiden nahe am Vorderende. Diese Würmer leben paarweise vereint, wobei das Männchen seine Gattin in dem von den Seitenrändern gebildeten Kanal festhält (daher der Name: Gynaecophorus, d. h. Weibträger). Sie schmarotzen in der Pfortader und den Darmvenen des Menschen. Die Weibchen wandern zur Eiablage in die Blutgefäße des Beckens, die dann oft durch die ungeheuren Eimassen verstopft werden. Im weiteren Verlaufe der Krankheit entzünden sich die Gefäßwände und brechen schließlich durch. Mit dem Blute werden die Eier in die Harnwege oder den Mastdarm entleert, von wo sie endlich ins Freie gelangen. Die Krankheit, die sich als Blasenkatarrh und Blutharnen äußert, befällt vorzugsweise männliche Personen, besonders die ägyptischen Fellahs und Kopten. In schweren Fällen endet sie mit allgemeinem Siechtum und Tod. Obwohl dieser Parasit schon vielfach das Objekt von Untersuchungen gewesen ist und in Ägypten besonders Bilharz und auch Looß sich mit ihm beschäftigt haben, so ist es doch noch nicht möglich gewesen, die Art seiner Übertragung auf den Menschen sicher festzustellen. Man weiß, daß die Eier ins Wasser kommen müssen und daß die aus ihnen auskriechenden Miracidien denen des Leberegels ziemlich ähnlich sehen, kennt aber den in Betracht kommenden Zwischenwirt nicht. Vermutet wird, daß der Genuß unreinen Wassers die Ansteckung veranlasse, anderseits hält man es aber auch für möglich, daß die Miracidien, die etwa beim Baden auf die Haut des Menschen gelangen, diese unter Benutzung der Poren durchdringen könnten. Diese letztere Infektionsart scheint jetzt wenigstens für einen japanischen Verwandten der Art, nämlich Schistosomum japonicum *Katsurada*, durch Versuche festgestellt zu sein.



Schistosomum haematobium *Bilharz*. Nach Looß, „Recherches sur la faune parasitaire de l'Égypte".

Im Darm von Raubfischen, wie Aal, Hecht, Barsch, Zander und anderen, lebt Gasterostomum fimbriatum *Sieb.* als Vertreter der Familie der Gasterostomidae, deren Bau

insofern von dem der bisher besprochenen Digenea abweicht, als bei ihnen die Mundöffnung in der Mitte des Bauches, der Haftapparat in Gestalt eines von sechs kleinen Papillen umgebenen Saugnapfes aber vorn liegt. Zudem ist der Darm hier nicht gegabelt, sondern einfach sackförmig. Die als Bucephalus polymorphus *Baer* bezeichnete Zerkarie schwimmt frei umher, wobei sie das Vorderende merkwürdigerweise nach abwärts gesenkt, den tiefgegabelten Schwanz aber nach oben gerichtet hält, so daß sie wirklich an einen gehörnten Stierschädel erinnert. Erster Zwischenwirt ist hier die große Teichmuschel, Anodonta, als zweiter kommen Weißfische, wie das Rotauge und andere, in Betracht.

Eine große bauchständige, aus zahlreichen Sauggruben zusammengesetzte Haftscheibe und einen ebenfalls wie bei den vorigen einfach sackförmigen Darm besitzen die Mitglieder der Familie der Aspidobothriidae, deren Mundöffnung wieder am Vorderende liegt. Einer ihrer Vertreter, Aspidogaster conchicola *Baer*, lebt im Herzbeutel und in den Nieren unserer Teichmuscheln.

Wieder gegabelt ist der Darm bei den Paramphistomidae, deren Bauchsaugnapf sich ganz weit hinten am Körper befindet und gelegentlich auffallend groß sein kann, so bei dem im Enddarm des Frosches lebenden Paramphistomum subclavatum *Goeze*. Ein Verwandter, Gastrodiscus hominis *Lewis*, ist nicht selten bei Indern und Assamiten.

Den Angehörigen der Familie der Monostomidae (Einmäuler) fehlt der Bauchsaugnapf. In den Luftwegen von verschiedenen Wasservögeln, wie Reihern, Wasserhühnern, Enten und anderen, schmarotzen Monostomum mutabile *Zed.* und M. flavum *Mehl.* Die Redien der letzteren Art finden sich in der Tellerschnecke (Planorbis), die Zerkarien sind als Cercaria ephemera *Nitzsch.* bekannt.

Die Familie, mit der wir den Saugwürmern Lebewohl sagen wollen, ist die der Holostomidae (Ganzmäuler), deren Vertreter bei Vögeln und Säugern schmarotzen. Im Dünndarm des Wolfes und Fuchses, seltener in dem des Hundes lebt Hemistomum alatum *Goeze*, das hinter dem Bauchsaugnapf noch einen mit Drüsen verbundenen Haftapparat trägt.

Dritte Ordnung:

Bandwürmer (Cestodes).

Es herrscht wohl kein Zweifel darüber, daß die Bandwürmer oder Cestodes von den Saugwürmern abstammen, zumal wir einige Formen kennenlernen werden, die noch direkt wie Übergangsglieder zwischen beiden Ordnungen erscheinen. Wie die Saugwürmer eine in sich abgeschlossene Gesellschaft bilden, so stellen auch die Bandwürmer eine streng geschlossene Ordnung dar, deren sämtliche Angehörige, ebenso wie jene, Schmarotzer, und zwar ausnahmslos Entoparasiten, sind. Mit den Saugwürmern haben sie außer einer Reihe von anderen Merkmalen die völlige Wimperlosigkeit der Haut gemein, und sie sind wie jene fast durchweg Zwitter. Aus ihren Eiern entwickeln sich Larven, die eine Verwandlung durchmachen, ehe sie zum reifen Bandwurm werden. Im Zusammenhang mit ihrer Lebensweise im Darm anderer Tiere, wo sie ständig von einem mehr oder weniger fertig verdauten Speisebrei umgeben sind, haben die Bandwürmer die Aufnahme der Nahrung durch den Mund mit der unwillkürlichen Aufsaugung durch die Haut, Osmose, vertauscht. Und so ist es denn gekommen, daß der Darmkanal nicht nur nach und nach außer Dienst gesetzt wurde, sondern daß er vollständig geschwunden ist. Mit dem Darm fehlt den Bandwürmern natürlich auch die Mundöffnung.

Es ist jedermann geläufig, an dem Bandwurm, wie er im Menschen und in vielen Tieren sich aufhält, den „Kopf" (Skolex) mit einem kurzen, fadenförmigen „Halse" und die „Glieder" (Proglottiden) zu unterscheiden. Der Kopf des Bandwurmes trägt bei einer Abteilung von Arten auf einem kleinen rüsselartigen Vorsprunge, dem Rostellum, einen Kranz von Haken, die ihm natürlich zur größeren Sicherung und Befestigung im Darme seines unfreiwilligen Gastgebers dienen. Man würde jedoch sehr irren, zu meinen, daß die nicht mit dem Hakenkranz versehenen Arten darum weniger hartnäckig sind. Den besten Beleg dazu gibt der hakenlose Bandwurm des Menschen, die Taenia saginata, der man im allgemeinen stärker zusetzen muß, um sie „abzutreiben", als der bestachelten Taenia solium. Die meisten Bandwürmer besitzen nämlich am Skolex jederseits zwei, im ganzen also vier über Kreuz gestellte Sauggruben bzw. Saugnäpfe, deren Anordnung und Gestalt sehr verschiedenartig ist.

Auf den Hals folgen die sogenannten „Glieder". Die unmittelbar am Halse sitzenden sind kaum andeutungsweise voneinander getrennt, sie scheiden sich, je mehr sie sich entfernen, immer schärfer und hängen am Ende des „Bandwurmes", wo sie, wie man sagt, „reif" werden, nur noch lose aneinander, so daß sie einzeln oder auch zu zweien und dreien verbunden aus dem Wirte ausgestoßen werden. Jeder, der den Bandwurm aus eigener Erfahrung kennt, weiß, daß alles Abtreiben des Tieres nichts hilft, solange der „Kopf", der die ganze Kette aufs neue sprossen läßt, nicht zum Vorschein gekommen ist. Ihrer Entstehungsweise nach sind also die letzten Glieder die jeweils ältesten, die mittleren der Kette jünger und die dicht hinter dem Hals folgenden, noch wenig gesonderten, die jüngsten. In dem Maße, wie sich die alten Glieder hinten ablösen, werden vorn immer wieder neue gebildet.

In jedem Gliede findet sich ein vollständiger Fortpflanzungsapparat (bei ganz wenigen Formen sind es sogar deren zwei), der sehr verwickelt gebaut ist und außer männlichen und weiblichen Keimstöcken sowie Dotterstöcken noch einen besonderen Abschnitt zum Fertigstellen der Eier, sowie den Fruchthalter und die Ausführgänge jedes Geschlechts mit den dazugehörigen Begattungsorganen enthält. Dieser ganze Apparat erinnert durchaus an den der Trematoden. Man kann nun an einer solchen Bandwurmkette beim Durchmustern der einzelnen Glieder, vom Kopfende nach hinten weiterschreitend, beobachten, wie diese Fortpflanzungsorgane in den jüngsten Gliedern noch gar nicht nachzuweisen sind, wie sie in den darauffolgenden sich allmählich entwickeln, in den mittleren fertig ausgebildet werden, und wie die Keimzellen in ihnen entstehen und heranreifen. In den ältesten Proglottiden endlich sind dann reife Keimzellen, vor allem gewaltige Massen von Eiern vorhanden.

Diese Tatsache, daß sich in der ganzen Kette ein Organsystem ständig in der gleichen Weise wiederholt, hatte zu der Auffassung geführt, daß man in jedem Gliede ein durch Knospung, also auf ungeschlechtlichem Wege, erzeugtes einzelnes Individuum zu sehen hätte. Diese Meinung wurde durch die Tatsache bestärkt, daß die sich ablösenden Glieder nicht nur einige Zeit weiterzuleben vermögen, sondern sogar selbständige Bewegungen ausführen. Als Folge einer solchen Anschauung ergab sich dann, daß auch hier bei den Cestoden ein ähnlicher Generationswechsel, wie wir ihn an den Trematoden kennengelernt haben, vorliegen müßte, indem eine geschlechtlich erzeugte, selbst ungeschlechtliche Form (die Larve und der aus ihr hervorgehende Kopf) eine Reihe von Geschlechtstieren (die Glieder) ungeschlechtlich erzeuge, daß also der ganze Bandwurm einen Tierstock darstelle, wie wir solche bei den Hohltieren in mancherlei Form treffen.

In neuerer Zeit haben sich aber die Stimmen gemehrt, welche in der Bandwurmkette

nur ein einziges Tierindividuum sehen wollen, in dem sich die Geschlechtsorgane mehrfach wiederholen, wie wir es bereits bei einigen Strudelwürmern angedeutet fanden. Gegen die Auffassung, die Glieder als Einzelindividuen zu deuten, spricht nämlich eine Tatsache: sowohl die Nervenstämme wie auch die zwei oder vier Wassergefäß-Längsstämme, in die, wie bei den Strudel- und Saugwürmern, kurze, an ihrem blinden Ende mit einer „Wimpelfackel“ versehene Seitenkanäle einmünden, durchziehen einheitlich die ganze Kette von vorn bis hinten. Allerdings sind die Seitenkanäle am Hinterrande jedes Gliedes durch einen Querkanal verbunden. Ist der Bandwurm wirklich ein einziges Individuum, so findet bei ihm natürlich auch kein Generationswechsel statt. Diese letztere Ansicht findet nun ihre Stütze in dem Vorkommen einer Anzahl von Bandwürmern, die keine äußere Gliederung zeigen und vollends von solchen, bei denen die Fortpflanzungsorgane nur in einer einzigen Auflage vorhanden sind. Diese Formen sind es, welche die erwähnten Übergänge zu den Saugwürmern darstellen.

Betrachten wir nun den Entwickelungslauf eines typischen Bandwurmes noch etwas genauer. Man sieht (vgl. die Abbildung auf S. 227) in den platten, reifen Bandwurmgliedern gewöhnlich schon mit bloßem Auge den Eihalter, der aus einem mittleren Stamme und nach beiden Seiten abgehenden, unregelmäßigen Ästen besteht. Dieses Organ ist dicht mit Eiern erfüllt. Durch deren dicke, oft doppelte Schale erkennt man ein kleines, kugeliges Wesen, das mit drei Paar Häkchen bewaffnet ist. Wenn jemand, mit der Kenntnis der Entwickelungsgeschichte der übrigen Eingeweidewürmer ausgerüstet, an die ihm bisher unbekannten Bandwürmer käme, er würde aus der Festigkeit der Eihüllen, der Bewaffnung der Embryonen und aus der Beobachtung, daß diese Eier massenhaft ins Freie gelangen, den Verdacht schöpfen, daß auch die Bandwurmeier allen Unbilden der Witterung, der Nässe und Trockenheit, der Berührung mit gärenden und faulenden Stoffen ausgesetzt sein können, ohne ihre Entwickelungsfähigkeit einzubüßen, daß sie bestimmt sind, durch einen jener tausend möglichen Zufälle in ein Tier zu geraten, daß dann der Embryo frei wird und sich in seinem Wirte nach einem bestimmten Organ begibt. So ist es auch. In den Kreis dieser Entwickelung, zu der die eingewanderte, sechshakige Larve, die Oncosphaera (Hakenkugel, s. Abb., S. 226), fortschreitet, gehören nun jene Zustände und Formen, die man fast ein Jahrhundert hindurch unter dem Namen der „Blasenwürmer“, Cystici, als selbständige Tiergattungen im System verzeichnet hatte, die auch dem Laien bekannten Finnen und Quesen (s. Abb., S. 222 und 223). Blasenwürmer nannte man sie, weil ihr Leib blasenförmig durch eine wässerige Flüssigkeit aufgetrieben ist, und über ihre sehr nahe Verwandtschaft mit den Bandwürmern gab die oberflächlichste Vergleichung ihrer Köpfe längst Aufschluß, die eben nichts anderes als wahre Bandwurmköpfe sind. Als man vor etlichen 60 Jahren anfing, den Wanderungen der parasitischen Würmer auf die Spur zu kommen, vermutete man, die so offenbar mit den Bandwürmern verketteten Blasenwürmer seien nichts anderes als verirrte, auf ihrer Wanderung in unrechte Organe gelangte und dort krank und wassersüchtig gewordene Individuen. Die Finnen (Cysticercus) also, die bekanntesten aller, seien statt in den Darmkanal in das Fleisch gelangt, wo sie eigentlich ein recht elendes Dasein führten und ihren Lebenszweck vollständig verfehlten.

Es ist das Verdienst Küchenmeisters, die Frage über das Verhältnis der Blasenwürmer zu den Bandwürmern in das rechte Geleise gebracht und durch überzeugende Nachweise und Versuche dahin entschieden zu haben, daß die Blasenwurmform der regelrechte, einer ganzen Reihe von Bandwürmern eigentümliche Entwickelungszustand sei. Daß Mißgriffe, zum Teil tragikomischer Natur, unterliefen, ist nicht zu verwundern. Als Küchenmeister auf der

Naturforscherversammlung in Gotha im Jahre 1851 mit dem Fanatismus der Überzeugung seine Theorie vortrug, nachdem es ihm schon wiederholt gelungen war, die Finne des Kaninchens im Darme des Hundes zu einem schönen Bandwurm zu erziehen, erbot er sich zu demselben Versuch während der Tage der Versammlung. Kaninchenfinnen waren da — aber kein Hund. Küchenmeister meinte, es würde wohl auch mit einer Katze gehen, und einen ungeheuren, sehr störrischen Kater in einem Sacke, begab man sich in einen Keller des Theaters, dessen Räume den Naturforschern zur Verfügung standen, um diesem Kater die Finnen beizubringen. Der Kater hatte eine Ahnung, daß er nicht der rechte Wirt sei; er kratzte, biß und spuckte wiederholt die Finnen aus, die man ihm ins Maul steckte. Endlich gelang die gewaltsame Fütterung; nach zwei Tagen wurde das Opfer der Wissenschaft geschlachtet, aber von Finnen und beginnenden Bandwürmern keine Spur in ihm gefunden. Natürlich tat dieser unbedeutende Zwischenfall dem Fortschritte der richtigen Erkenntnis dieser Verhältnisse keinen Eintrag. Man sah eben ein, daß gewisse Finnen nur in gewissen Tieren ihre Ausbildung zum Bandwurm erlangen.



Eine Finne von Taenia solium *L.* im Durchschnitt. Vergrößerung 12:1. Der in das Innere der Blase ragende Kopfzapfen ist längs durchschnitten. Man sieht, daß er von außen her eingestülpt ist, und erkennt Saugnäpfe und Hakenkranz.

Die durch Küchenmeister angeregten Versuche, welche die in der Natur mehr oder weniger dem Zufall anheimgegebenen Vorgänge unter die Kontrolle und Leitung des Beobachters stellten, wurden nun hundertfältig nach beiden Richtungen hin fortgesetzt. Einmal galt es, sich zu überzeugen, in dem Darme welches Tieres sich der in einem anderen Tiere lebende Blasenwurm zur Bandwurmkette erhebt, und umgekehrt hatte man den Weg zu erforschen, den die sechshakigen Larven bis zur Verwandlung in die Blasenwurmform durchmachen. Im Freien kommen die in den Eiern eingeschlossenen Jungen nicht aus. Diese Eier müssen vielmehr in den Magen eines bestimmten Tieres, z. B. die Eier des Katzenbandwurmes in den Magen der Maus, die eines der Hundebandwürmer in den Magen des Kaninchens oder Hasen kommen, um hier unter dem Einfluß der Magensäure binnen wenigen Stunden sich zu öffnen und den sechshakigen Embryo ausschlüpfen zu lassen. Diese nunmehr freien Larven machen sich aber sehr bald auf die Wanderung, durchbohren die Magenwände und gelangen nach und nach in die verschiedenen Organe, wo eine Umwandlung mit ihnen vorgehen soll. Am häufigsten ist das Ziel der Wanderung die Leber. Einzelne dringen bis in die Knochen, und z. B. die Quese der Schafe dringt regelmäßig bis in das Gehirn vor. Am Ziele angekommen, umgibt sich das winzige Tierchen, nachdem es die nunmehr unnütz gewordenen Haken abgeworfen, mit einer Kapsel, in der es ungefähr $^1/_{10}$ mm mißt. Es ist damit in eine zweite Lebensperiode getreten, in der es zum sogenannten Blasenwurm sich umbildet. Im Inneren des rundlichen Körpers sammelt sich eine Flüssigkeit, wodurch der Körper mehr und mehr zu einer Blase aufgetrieben wird, auf deren Wand ein Netz wasserklarer Gefäße sich entwickelt.

Bald zeigt sich, nach dem Inneren der Blase ragend, ein Zapfen, die Anlage des Bandwurmkopfes. Dieser ist von außen her hohl; man kann sich ihn also vergegenwärtigen durch einen in die Faust des Handschuhes eingestülpten Handschuhfinger. In der Höhlung, an der Fingerspitze, wenn wir beim Bilde bleiben wollen, liegen die Saugnäpfe und der Stachelkranz, so daß also beim Ausstülpen diese Teile nach außen treten und die starken Wände des einwärts gekehrten Zapfens dann den Wurmkörper bilden. Wird nun dieses Gebilde umgestülpt, was jedoch selten an dem Aufenthaltsorte der Finnen geschieht, so besteht es aus dem Bandwurmkopfe mit dem ungegliederten, aber oft gerunzelten Halse und der daran hängenden Blase. Bei einigen Arten hat es aber nicht sein Bewenden mit der Bildung nur eines Bandwurmkopfes an der Blase; es können zahlreiche Kopfknospen entstehen, oder auch nur Blasen sich bilden, deren jede Köpfe hervorbringt. Wir werden diese Erzeugungen, von denen man die ersteren als Coenurus, die letzteren als Echinococcus bezeichnet, bei den betreffenden Arten näher ins Auge fassen. In dem Blasenwurmzustand verharrt der Wurm so lange, als er an der Bildungsstätte der Blase bleiben muß. Die Finne des Schweines geht in den Muskeln, wo sie sich aufhält, durchaus keine weiteren Veränderungen ein. Die Finne des Kaninchens in der Leber oder im Gekröse erfüllt ihre eigne Lebensaufgabe nicht, wenn das Kaninchen eines natürlichen Todes stirbt. Wird aber das infizierte und von der Marktpolizei nicht beanstandete Schweinefleisch roh oder sehr unvollkommen zubereitet vom Menschen genossen, wandert das Kaninchen in den Magen eines Hundes, die ebenfalls mit einem eignen Blasenwurm gesegnete Maus in den Magen einer Katze, so findet nun der Übergang des Blasenwurms in den eigentlichen Bandwurm statt. Die erste Veränderung ist das völlige Hervortreten des Kopfes, der sehr bald die zweite, das Abfallen der Schwanzblase, folgt, die einfach vom Wirte verdaut wird. Der Kopf mit seinem Halse gleitet nun aus dem Magen des Wohntieres bis zu einer gewissen Stelle des Darmkanales hinab, wo er sich anheftet und die einzelnen Glieder der Reihe nach aus sich hervorbringt.



Finne von Taenia solium *L.* mit ausgestülptem Kopf. Vergrößerung 4:1.

Wir treffen also, um die Reihenfolge nochmals kurz zusammenzufassen, im Leben des Bandwurmes nacheinander auf drei mit wiederholtem Wohnungswechsel verbundene Zustände: den sechshakigen Embryo im Freien, den Blasenwurm mit dem Bandwurmkopf im Zwischenwirt, den freigewordenen Kopf mit der aus ihm hervorgehenden und geschlechtsreif werdenden Gliederkette im Endwirt.

Naturgemäß ist das Leben, das ein solcher Innenschmarotzer im Darm seines Wirtes führt, ein recht einförmiges, doch liegen die Tiere nicht völlig regungslos an ihrem Ort. Braun berichtet hierüber: „Vielfach stellt man sich die Cestoden als ziemlich träge Tiere vor, wozu man durch ihr Verhalten in erkalteten Leichen von Warmblütern verleitet wird; in Wirklichkeit sind die Würmer aber recht agil und vollführen im Darm auch Ortsbewegungen, da sie auch in mit dem Darm kommunizierende Gänge oder in den Magen und selbst in den Ösophagus vordringen."

Koliken, Magenkrämpfe, Erbrechen, Gefühl von Bewegungen im Unterleib, Schwindel und epileptische Zufälle, Blutarmut und Abmagerung sind vielfach die Anzeichen für die Anwesenheit eines Bandwurmes. Zum Teil werden diese Beschwerden natürlich durch die Entziehung von Nahrungsstoffen durch den Schmarotzer veranlaßt, zum Teil vermutlich aber

auch durch schädliche Säfte, die das Tier im Verlauf seines Stoffwechsels abscheidet. Im allgemeinen jedoch verursachen die Bandwürmer ihrem Träger keinerlei größere Beschwerden, so daß es nicht verwunderlich ist, wenn ihre Anwesenheit meist erst beim Abgang größerer Mengen von reifen Gliedern bemerkt wird.

Als Endwirte der etwa 500, auf ungefähr 80 Gattungen verteilten Bandwurmarten, die man kennt, kommen beinahe nur Wirbeltiere in Betracht, bei denen diese Schmarotzer fast immer im Dünndarm sich aufhalten. Je nach den Arten ist die Lebensdauer der Bandwürmer eine verschiedene. Oft beträgt sie nur ein Jahr, bei manchen Formen (z. B. Ligula) nur wenige Tage, bei den großen Bandwürmern des Menschen häufig viele Jahre; ja man kennt einige Fälle, in denen sie bis zu 35 Jahre alt wurden. Auch die eingekapselten Finnen leben oft sehr viele Jahre. So sind Augenfinnen von Taenia solium, wie Braun angibt, bis zu 20 Jahren, Hirnfinnen 10—19 Jahre lang lebend beobachtet worden.



Caryophyllaeus mutabilis *Rudolph.* Nach Schultze und Will aus R. Hertwig, „Lehrbuch der Zoologie“. k Kopf mit den seitlichen Falten, t Hoden, df Samenleiter, vs Samenbehälter, ps Penis, vi Dotterstöcke, dv Dottergänge, ov Eierstöcke, ut Fruchthalter, rs Scheide.

Doch lassen wir jetzt einige der wichtigsten Vertreter der Sippe an unseren Augen vorüberziehen.

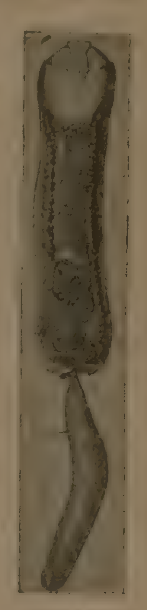
Der erste Bandwurm, dem wir uns zuwenden, ist der Nelkenwurm, Caryophyllaeus mutabilis *Rudolph*, aus der Familie der **Caryophyllaeidae.** Dieser bis zu 2 cm lange Cestode hat einen langgestreckten Körper, der sich nach vorn zu allmählich verjüngt und einen wieder etwas verbreiterten Kopf trägt. Er heftet sich an die Darmwand karpfenartiger Fische (Cypriniden), in denen er schmarotzt, mit Hilfe von Falten am Rande seines Kopfes an, welche die fehlenden eigentlichen Sauggruben und Haken ersetzen und dem Vorderende das Aussehen einer Nelkenblüte verleihen; diesem Umstande verdankt das Tier seinen Namen. Der Wurm ist völlig ungegliedert und besitzt auch den Fortpflanzungsapparat nur in der Einzahl. Über seine Entwickelung sind wir noch sehr im unklaren, doch ist als Zwischenwirt mit ziemlicher Bestimmtheit ein kleiner, im Süßwasser weitverbreiteter Ringelwurm, Tubifex, erkannt worden.

Zu derselben Familie gehört ein anderer, wohl noch primitiverer Bandwurm, Archigetes appendiculatus *Ratz.* (Abb., S. 225), ebenfalls ungegliedert und mit einfachem Geschlechtsapparat. Am Vorderende trägt er auf der Brustseite ein paar Sauggruben, am Hinterende einen zylindrischen Schwanzanhang. Da er somit dem Jugendstadium der Saugwürmer, der Zerkarie (S. 217), ähnlich sieht, wollen manche in ihm einen geschlechtsreif gewordenen Larvenzustand erblicken. Auf ein wirklich ursprüngliches Verhalten deutet auch die Tatsache hin, daß dieses Tier keinen Zwischenwirt zu haben scheint, wenigstens findet man es geschlechtsreif in der Leibeshöhle von Wirbellosen, und zwar wieder von kleinen Ringelwürmern, Tubifex, Limnodrilus, vor.

Es gibt noch einfachere, noch mehr den Trematoden ähnliche Bandwürmer, bei denen auch der sonst vorhandene Kopfabschnitt völlig fehlt. Man stellt diese Tiere meist in einer besonderen Gruppe, Cestodaria, den anderen echten Bandwürmern gegenüber. Wir

wollen von diesen hier nur Amphilina foliacea *Rudolph* aus der Leibeshöhle des Störs erwähnen. Dieser Parasit hat noch die breite blattähnliche Gestalt eines Saugwurmes.

Schon zahlreich wiederholen sich die Geschlechtsorgane in dem äußerlich noch nicht deutlich gegliederten Körper der Arten der Gattung Ligula, die äußerst schädliche Fischparasiten sind und die niedersten Angehörigen der Familie der Grubenköpfe oder Dibothriocephalidae darstellen; diese verdanken ihren Namen zwei länglichen, tiefen Sauggruben an den Seiten des abgeplatteten Kopfes. Als einen Vertreter dieser Gattung lernen wir den bis zu 30 cm langen Riemenwurm, Ligula simplicissima *Rudolph*, kennen, der stellenweise häufig auftritt. Er war es z. B. in den beiden Seen der Grafschaft Mansfeld, dem Süßen und dem (jetzt verschwundenen) Salzigen. „Von diesem Schmarotzer finden sich“, schreibt Marshall, „bisweilen in der Leibeshöhle eines einzigen unglücklichen Fisches bis 15 Stück, so daß die Eingeweide und die Rückenmuskulatur ganz zusammengepreßt werden, der Bauch selbst aber sehr aufgetrieben erscheint. Die Fischer erkennen die infizierten Tiere an dem ‚spitzen Kopf‘, wie sie sagen, d. h. eigentlich an dem aufgetriebenen Rumpf, denn der Kopf ist nur relativ, nicht absolut spitzer als bei gesunden Exemplaren. Sie bringen solche Fische nicht auf den Markt, sondern werfen sie weg ... In einigen Gegenden Italiens freilich, wo der Wurm gleichfalls häufig ist, sind die Leute praktischer, sie verspeisen zum Fisch die Parasiten als Maccheroni friatti und danken dem lieben Gott für die so überaus bequeme Einrichtung, die ihnen Hauptschüssel und Zukost mit einem Male gewährt. Wie kommen diese Würmer in die Fische? Es sind keine geschlechtsreifen Tiere, die finden sich in Wasservögeln, und aus diesen gelangen die Eier des Parasiten mit dem Kot in das Wasser, wo, nach aller Analogie, der Embryo auskriecht, in den Darm eines Fisches aktiv oder passiv durch das Maul oder durch die Kiemenöffnungen einwandert, die Wandung des Nahrungsrohres durchbohrend in die Leibeshöhle eindringt, hier wächst und beinahe die Geschlechtsreife erreicht. Der infizierte Fisch erkrankt an chronischer Peritonitis, d. h. Entzündung des Bauchfelles, verliert seine Schuppen, wird immer unbehilflicher in seinen Bewegungen, treibt auf der Oberfläche des Wassers und wird zu seinem Verderben, aber zur Wohlfahrt seines Parasiten, vor allen Genossen eine leichtere Beute fischender Vögel, in denen die mitgefressene Wurmlarve in sehr kurzer Zeit die volle Geschlechtsreife erreicht, Eier produziert und so den Zyklus der Entwickelung aufs neue einleitet.“



Archigetes appendiculatus *Ratz.* Nach R. Leuckart, „Die Parasiten des Menschen.“

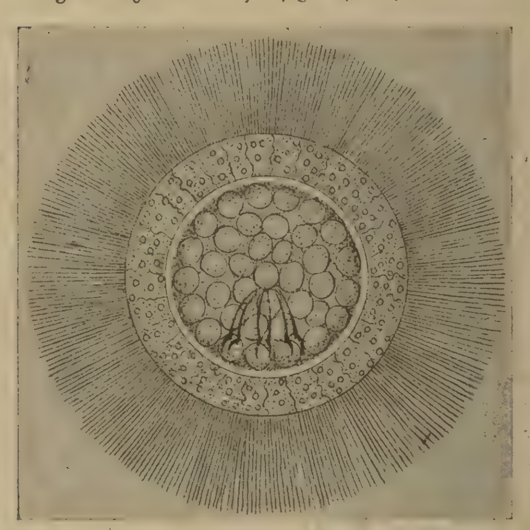
Vier dreizackige Haken am Kopf des ungegliederten Körpers besitzt Triaenophorus nodulosus *Pall.*, der geschlechtsreif im Darm von Raubfischen, als Finne dagegen in deren kleinen Beutefischen lebt.

Zu den Grubenköpfen gehört auch Schistocephalus nodosus *Blanchard*, der in unvollkommenem Zustande in der Leibeshöhle der gemeinen Stichlinge sich findet. Er veranlaßt das Absterben der Fischchen, gelangt dann ins Wasser und wird im Darm von Schwimm- und Watvögeln, die ihn fressen, geschlechtsreif. Seine Nachkommenschaft gelangt wieder mit dem Kot ins Wasser und von da in den Stichling.

Einen der drei großen, für uns Menschen wichtigen Bandwürmer enthält die Gattung Dibothriocephalus, nach der die ganze Familie benannt worden ist. Der betreffende

Schmarotzer ist der **Menschen-Grubenkopf** oder **Breite Bandwurm**, Dibothriocephalus latus *L.* Kein anderer menschlicher Bandwurm erreicht seine Länge, nämlich 5—9 m, mit 3000—4200 kurzen und breiten Gliedern. Der Kopf ist keulenförmig, 1 mm lang und ½ mm breit. Wie bei allen Angehörigen der Familie der Grubenköpfe münden die Geschlechtsausführgänge in der Mitte der Bauchseite der einzelnen Glieder aus, und in den reifen Gliedern unseres breiten Bandwurmes legt sich der schlauchförmige, sich mit dem Wachsen der Eierzahl immer mehr verlängernde Eihalter in eine Anzahl von Schlingen, die zusammen eine rosettenförmige Figur bilden, die man schon mit bloßem Auge durch die einzelnen Glieder hindurchschimmern sieht (s. Abb., S. 227, Fig. c), und die Pallas ihrer Ähnlichkeit wegen nicht mit Unrecht eine „Wappenlilie" genannt hat.

Über das Vorkommen dieses Schmarotzers sagt Braun: „Der Breite Bandwurm ist in einigen Bezirken ein häufiger Parasit des Menschen, kommt aber auch im Haushunde, selten in der Hauskatze und im Fuchs vor. Zentren der Verbreitung sind die französische Schweiz und die baltischen Provinzen Rußlands; von ersterer strahlt die Verbreitung nach Frankreich und Italien aus, von den Ostseeprovinzen über Ingermanland nach Petersburg, über Finnland nach Schweden, südlich nach Polen und ins russische Reich bis über dieses hinaus nach Rumänien und westlich an der Ostseeküste entlang nach der Nordsee, wo allerdings die Häufigkeit sehr abnimmt. In Turkestan und Japan ist der Breite Bandwurm der häufigste Parasit beim Menschen; in Afrika wird er aus der Umgebung des Ngami-Sees aus dem Hochlande von Angola und aus Madagaskar gemeldet, in Nordamerika sind mehrere Fälle zur Beobachtung gelangt, zum Teil allerdings eingeschleppte ... Häufigkeit und Verbreitung haben jedoch nachweislich stellenweise abgenommen; am Anfang des 18. Jahrhunderts war der Breite Bandwurm in Paris recht häufig, heute kommt er dort nur eingeschleppt vor (Blanchard); auch in Genf ist er, nach Zschokke, seltener geworden (früher 10 Prozent, jetzt nur noch 1 Prozent)."



Flimmerlarve (Oncosphaera) von Dibothriocephalus latus *L.*, mit dem sechshakigen Embryo im Innern. Nach Schauinsland.

Nach den Untersuchungen Brauns sind Fische die Zwischenwirte des Schmarotzers. Diesem Forscher gelang es, die Finnen des Grubenkopfes bei der Quappe (Lota lota) und ganz besonders beim Hecht aufzufinden und durch Verfüttern derselben an Hunde und Katzen sowie durch Verabreichung an Menschen (an drei Dorpater Studenten, welche sich freiwillig dazu erboten hatten) bei den infizierten Individuen die Entwickelung zum ausgebildeten Bandwurm nachzuweisen.

Die Finne des Grubenkopfes ist kein „Blasenwurm", sondern einfacher als ein solcher gebaut. Sie ist schon wurmartig, vor allem massiv und trägt ihren bereits vorhandenen Kopf eingezogen. Nach dem Übergang in den Endwirt braucht sie nur weiter zur Wurmkette auszuwachsen. Man hat derartige in der Familie der Grubenköpfe häufiger vorkommenden Finnen mit dem Namen „Plerozerkoiden" belegt.

Aus den Eiern des breiten Grubenkopfes, die eine sehr lange, je nach den Witterungsverhältnissen und der Höhe der darüber befindlichen Wasserschicht schwankende Entwickelungszeit von 3 Wochen bis 8 und mehr Monaten haben, schlüpfen runde, mit langen Flimmerhaaren bedeckte Embryonen, die im Wasser gleichfalls verhältnismäßig lange, bis zu einer Woche, lebend und beweglich bleiben. Was nun weiter mit diesen, die einen Kranz kräftiger, an der vorderen Hälfte sichelförmig gebogener Haken besitzen, geschieht, wissen wir noch nicht. Möglicherweise wandern sie unmittelbar in die betreffenden Fische, die Träger der Finnen sind, ein, durchbohren deren Darmwandung und gelangen in das Muskelfleisch; vielleicht suchen sie aber erst noch einen anderen Zwischenwirt (ein Krebschen oder sonst ein kleineres Wassertier, vielleicht auch kleine Fischchen) auf, in den sie sich einbohren und ruhen, bis sie von einem Hecht oder einer Quappe gefressen werden.



Köpfe und darunter reife Glieder von a) Taenia solium *L.*, b) Taenia saginata *Goeze*, c) Dibothriocephalus latus *L.* Vergrößert.

Wir kommen nun zu der Familie, der die beiden anderen großen Bandwürmer des Menschen angehören. Das sind die Taeniidae. Am längsten und genauesten ist von diesen Taenia solium *L.*, der bewaffnete Bandwurm, bekannt, der eine Länge von 2 bis über 3 m erreicht. Der Kopf (Fig. a der Abb.) gleicht etwa dem Knopfe einer mittelgroßen Stecknadel. Er ist mit vier Saugnäpfen ausgerüstet und trägt auf dem Rostellum einen doppelten Kranz von zweierlei Haken, die sich durch ihre gedrungene Form von denen anderer Tänien, die man mit dem menschlichen Bandwurm in eine Art hat zusammenreihen wollen, gut unterscheiden. Der Hals ist ungefähr 5—10 mm lang, und die Zahl der die Kette bildenden unreifen und reifen Glieder beläuft sich auf 800—900 und mehr. Die Gestalt der Glieder ist in den verschiedenen Strecken sehr verschieden. Erst im letzten Teile des Wurmes nehmen sie eine entschieden längliche Form an, indem zugleich auch mit zunehmender Dicke der Eischalen der verzweigte Eihalter durchscheint. Man braucht nur ein solches reifes Glied zu sehen (Fig. a unten), um mit Gewißheit sagen zu können, ob das mit dem Bandwurm behaftete Individuum die Taenia solium oder eine andere Art beherbergt. Den Grubenköpfen gegenüber sind die reifen Proglottiden der Tänien mehr lang als breit und die Geschlechtsausführgänge mit den Begattungsorganen münden nicht auf der Fläche, sondern, wie man in der Abbildung deutlich sehen kann, am Rande der Glieder, unregelmäßig abwechselnd bald rechts, bald links. Außerdem hat der Eihalter eine wesentlich andere Gestalt; er füllt das ganze Glied aus und ist nicht rosettenförmig, sondern

besteht aus einem mittleren Längsstamm mit seitlich davon abgehenden, sich weiter verzweigenden Ästen. Taenia solium hat jederseits nicht mehr als 7—10 solcher Äste zum Unterschiede von der Taenia saginata, die deren eine viel größere Anzahl aufweist.

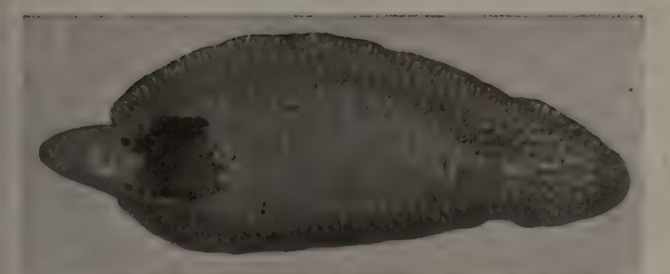
Daß der Mensch in die Erziehung dieses einen seiner Bandwürmer sich mit dem Schweine teilt, ist eine jetzt wohl allgemein bekannte Tatsache. Sie ist nicht nur durch die Vergleichung der Haken und anderer Kopfbestandteile des Bandwurmes mit denen der Schweinefinne, die man schon lange als Cysticercus cellulosae kannte, sondern auch durch zahlreiche, immer mit demselben Erfolg wiederholte Versuche ganz außer Zweifel gestellt. Nicht wenige Ferkel und Schweine wurden seit den fünfziger Jahren des 19. Jahrhunderts geopfert, um, nachdem man ihnen eine Anzahl reifer Glieder der Taenia solium eingegeben, ihr Finnigwerden zu beobachten. Ungefähr 2½—4 Monate verstreichen nach dem Einführen der Eier in das Schwein, bis die Finnen in den Muskeln ihre Entwickelung abgeschlossen haben. Außer im Schwein sollen auch noch in einigen anderen Tieren, Affe, Hund und anderen, die Blasenwürmer der Taenia solium gefunden worden sein. Ganz sicher ist nur, daß auch im Menschen selbst, wenn er durch irgendeinen Zufall die Eier verschluckt hat, die Finnen sich regelmäßig in den Muskeln entwickeln, außerdem aber auch im Herzen und ziemlich oft im Auge und im Hirn vorkommen können.

Um Gewißheit zu erlangen, daß im gegebenen Fall die Schweinefinne im Menschen zur Taenia solium werde, konnte man unfreiwillig oder freiwillig Finnen verschlucken lassen und die Folgen beobachten. Die Liebe zur Wissenschaft bewog mehrere Zoologen, sich selbst als Versuchsmenschen aufs innigste mit Finnen und Bandwurm zu befreunden. Von der Einführung der Finne in den Magen bis zur Abstoßung der ersten reifen Glieder scheinen 3—3½ Monate nötig zu sein.

Taenia solium lebt ausschließlich im Dünndarm des Menschen und ist noch bei keinem anderen Säuger im ausgewachsenen Zustande gefunden worden. Die Schweinefinne hat die Gestalt einer elliptischen Blase von 6—20 mm Länge und 5—10 mm Breite. Den in ihr enthaltenen Kopf kann man durch einen Druck auf die Blase leicht zur Ausstülpung bringen (s. Abb., S. 222 und 223). — Die Verbreitung des bewaffneten Bandwurmes entspricht etwa der des Hausschweines und der Gewohnheit des Menschen, dessen Fleisch roh oder ungenügend gekocht zu verspeisen. So ist er bei den das Schweinefleisch meidenden Mohammedanern und Juden nur selten anzutreffen, ebenso ist er in Nordamerika nicht häufig, wohl aber in einigen Gegenden Deutschlands, z. B. Thüringen, Braunschweig, Sachsen, Hessen, Westfalen, doch hat er auch da abgenommen, seit infolge der vorgeschriebenen allgemeinen Fleischbeschau finniges Fleisch gar nicht oder nur gut durchgekocht in den Handel gebracht werden darf.

Es wurde bereits erwähnt, daß auch eine Selbstinfektion des Menschen mit den Eiern dieses Bandwurmes möglich ist. Nicht nur von außen durch Unreinlichkeit und dergleichen können solche mit dem Kot entleerte Eier durch den Mund in den Darmkanal gelangen, sondern auch von einem im Inneren des Darmes schmarotzenden Bandwurm können infolge eines Brechaktes Glieder oder einzelne Eier in den Magen hinaufbefördert werden, wo dann die Larven aus den Eihüllen ausschlüpfen. Wir hörten schon, daß diese sich dann vor allem gern im Auge oder Gehirn einkapseln.

Eine zweite den Menschen bewohnende Art ist der **Unbewaffnete** oder **Rinderbandwurm**, Taenia saginata *Goeze* (mediocanellata; s. die beigeheftete Tafel „Würmer", 4), der bis zu 10 m, nach manchen Angaben gar 36 m lang wird und dicker, stärker und

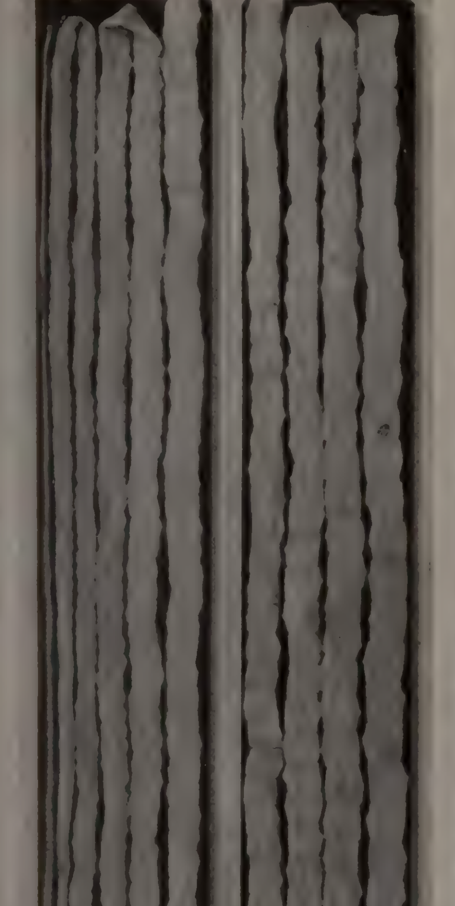


1. Leberegel, Fasciola hepatica *L.* Vergr. 3:1. S. 214. Nach Photographie.

2. Asplanchna sieboldii *Leydig.* Vergr. 50:1. S. 246. Dr. E. Wagler phot.



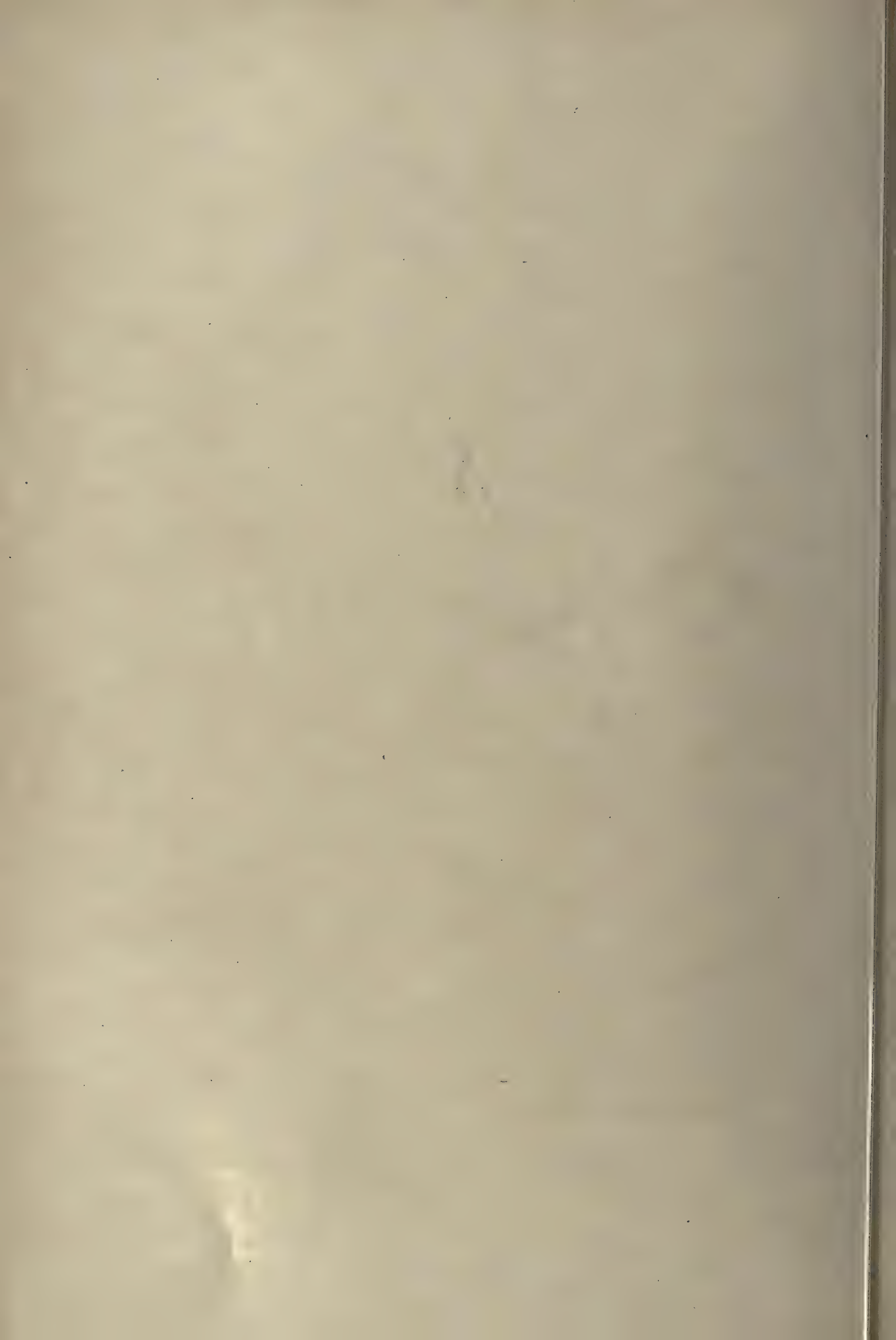
3. Vorderende des Schwarzen Vielauges, Polycelis nigra *Ehrbg.* Vergr. 10:1. S. 203. Dr. E. Wagler-Leipzig phot.



4. Rinderbandwurm, Taenia saginata *Goeze.* Verkleinert. S. 228. Nach Photographie.



5. Spirographis spallanzanii *Viviani.* Verkleinert. S. 288. Dr. Joh. Schneider phot.



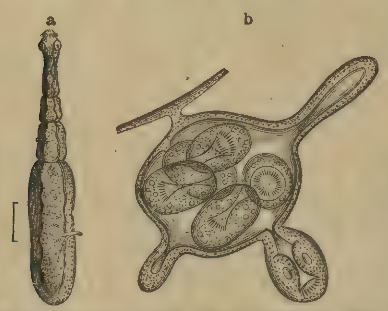
beweglicher als der andere ist, mit dem wir uns eben beschäftigt haben. Die beiden Würmer sind sehr leicht zu unterscheiden, da der Kopf der T. saginata den Hakenkranz entbehrt und also nur die vier sehr kräftigen Saugnäpfe trägt (Fig. b, S. 227). Aber auch jedes reife Glied läßt eine sichere Bestimmung zu, da der Eihalter 20—35 dicht nebeneinander laufende Seitenzweige hat. Die Verbreitung dieses Tieres scheint mindestens ebenso groß wie die der anderen Art zu sein, ja es dürfte in dem Maße, wie aus Trichinenfurcht der Genuß rohen Schweinefleisches abgenommen, der rohen oder halbgaren Rindfleisches aber zugenommen hat, in Deutschland wenigstens vergleichsweise häufiger geworden sein. Man wußte schon länger, daß die Abessinier sehr von einem Bandwurm geplagt würden, und zwar nach den Berichten älterer und neuerer Reisenden infolge der Sitte, das Fleisch ihrer Rinder roh zu genießen. Ärztliche Berichte, wonach Kinder nach dem Genuß geschabten Rindfleisches mit dem Bandwurm behaftet wurden, brachten Leuckart auf die Vermutung, die Finne der Taenia saginata wohne in den Muskeln des Rindes, und die darauf angestellten Versuche ergaben den Beweis dafür. Vor dem Genuß rohen Rindfleisches muß daher ebenso nachdrücklich wie vor dem des Schweinefleisches gewarnt werden. Die Finne dieses Bandwurmes ist im Menschen nur ganz selten einmal beobachtet worden.

Von den Bandwürmern mit einem Blasenwurmzustand gleich der Finne, nämlich dem, wo die Blase nur einen einzigen Bandwurmkopf knospen läßt, sind noch einige bei Hund und Katze vorkommende besonders erwähnenswert. Die im Hunde geschlechtsreif werdende Taenia marginata *Batsch*, der geränderte Bandwurm, ist zwar als solcher dem Menschen nicht gefährlich, aber gelegentlich kommt seine sonst gewöhnlich im Netz und in der Leber der Wiederkäuer und Schweine lebende Finne, den älteren Systematikern als Cysticercus tenuicollis bekannt, auch im Menschen vor. Der häufigste Bandwurm des Hundes ist aber Taenia serrata *Goeze*, der gesägte Bandwurm, ausgezeichnet durch eine doppelte Reihe größerer und kleinerer Haken. Als Blasenwurm lebt er im Hasen und Kaninchen. Die zahllosen Versuche, bei denen Hund und Kaninchen den Boden abgaben, auf dem Taenia serrata erzogen wurde, haben vorzugsweise zur Aufhellung der Bandwurmfrage beigetragen. Die bei der Katze gemeinste Art ist Taenia crassicollis *Rudolph*, der dickhalsige Bandwurm, mit starkem Kopfe, kurzem und dickem Halse. Die zugehörige Finne lebt in dem Beutetier der Katze, der Maus.

Ein wegen seines Blasenwurmzustandes sehr interessanter und noch mehr berüchtigter Bandwurm ist die auch ausschließlich im Hunde geschlechtsreif werdende Taenia coenurus *Sieb.*, der Quesenbandwurm. Wir kennen diese Stufe erst seit der Zeit, als die Bandwurmuntersuchungen wissenschaftlich in Gang kamen. Längst aber ist der Blasenwurmzustand als Quese oder Drehwurm (Coenurus) bekannt, der, im Gehirn der Schafe sich aufhaltend, die Drehkrankheit dieser Tiere verursacht. Man hat den Verlauf der Krankheit natürlich auch durch den Versuch festgestellt. Bei den Schafen, denen man die betreffenden Eier eingegeben, zeigen sich nach 17 Tagen die ersten Anzeichen der Drehkrankheit. Man findet dann in ihrem Gehirn schon die kleinen, erbsengroßen Bläschen, zu denen die sechshakigen Embryonen geworden sind. Es entsteht aber an diesen Blasen nicht bloß, wie bei der Finne, ein einziger Bandwurmkopf, sondern gleich eine Gruppe von dreien oder vieren, bald aber mehr und mehr, indem teils an anderen Stellen der Blase andere Gruppen hervorwachsen, teils unter Ausdehnung der Blase neue Köpfe zwischen den älteren sprossen, so daß ihre Anzahl sich schließlich auf mehrere hundert belaufen kann. Der Druck und Reiz, den

der Blasenwurm auf seine Umgebung ausübt, verursacht jene Entzündungen und Entartungen des Gehirns, die sich, außer auf andere Weise, in dem Drehen der Schafe äußern und mit deren Tode endigen. Der Ausbreitung und der Wiederkehr der Krankheit kann natürlich nur dadurch einigermaßen vorgebeugt werden, daß wenigstens die Köpfe der gefallenen oder getöteten Schafe sorgfältig vergraben und den Hunden unzugänglich gemacht werden. Die Auflösung der Drehwurmblase geht im Magen des Hundes sehr rasch vor sich, alle Köpfchen werden frei, jedes gründet eine Kettenkolonie, und aus dem einen Ei, das zum Drehwurm sich entwickelte, ist am Schluß der Bandwurmentwickelung eine vieltausendfältige Nachkommenschaft hervorgegangen.

Ein zwar nicht häufiger, aber unter Umständen **höchst gefährlicher**, den Tod herbeiführender **Schmarotzer des Menschen** und einiger Tiere (Wiederkäuer, Schweine, Affen) ist der sogenannte **Hülsenwurm** (Echinococcus der älteren Systematik), die Blasenwurmform eines gleichfalls im Hunde lebenden Bandwurmes, der Taenia echinococcus *Sieb.* Dieser ist so klein, kaum etwas über 4 mm lang und ⅓ mm breit, daß er den früheren Beobachtern entging und ebenfalls erst durch neuere Untersuchungen der Lebensverhältnisse der Blasenwürmer ordentlich entdeckt wurde. Er weicht auch darin von den übrigen Tänien höchst auffallend ab, daß er schon im dritten Gliede geschlechtsreif wird, welches letzte Glied so lang ist wie die beiden ersten samt dem Kopfe. Die aus dem sechshakigen Embryo hervorgehende Blase ist nun ebenfalls, wie die Drehwurmblase, die Brutstätte sehr vieler Köpfchen. Diese entstehen aber nicht unmittelbar auf der Wand der Blase, sondern in besonderen, aus dieser Wand hervorgehenden Brutkapseln, auf deren Außenfläche die erste Anlage der Köpfchen unter der Form eines hohlen Anhanges zur Entwickelung kommt. Dieser hohle Zapfen stülpt sich dann in das Innere der Brutkapseln, in die schließlich die Bandwurmköpfchen an dünnen Stielen hineinhängen (Fig. b). Die einzelnen Brutkapseln enthalten mitunter 12—15, selten mehr als 20 Köpfchen und haben 1—1½ mm im Durchmesser. Ungemein verschieden ist aber die Größe der Echinococcus-Blase, ehe sie Brutkapseln hervorbringt. Leuckart beobachtete dies bei einem Durchmesser von 1 mm, andere fand er noch leer bei dem Umfang eines Hühnereies. Neben diesen einfachen, eben beschriebenen Hülsenwürmern kommt eine andere Form, die zusammengesetzte, vor, in welchem Falle neue, sogenannte **Tochterblasen**, sich bilden, entweder nach außen hin oder nach innen, so daß dann die ursprüngliche Blase eine ganze Nachkommenschaft ihr gleicher Blasen einschließt. Nicht selten wird die Entwickelung hiermit abgebrochen, indem weder an der Mutter- noch an den Tochterblasen Brutkapseln mit Köpfchen entstehen. Das ganze Gebilde macht dann am wenigsten den Eindruck eines tierischen, parasitischen Körpers, sondern sieht wie eine bloße Wassergeschwulst (Hydatide) aus.



Hülsenwurm, Taenia echinococcus *Sieb.* Vergrößert. a) der Bandwurm, b) ein Stück aus der Wand des Hülsenwurmes mit einer Brutkapsel. An dieser außen die entstehenden, innen die fertigen Bandwurmköpfe.

Unter den menschlichen Schmarotzern, heißt es bei Leuckart, ist kein zweiter, der sich durch die Mannigfaltigkeit seines Vorkommens mit dem Hülsenwurm vergleichen ließe. Es ist kaum ein Teil des menschlichen Körpers, der ihm nicht gelegentlich zum Wohnorte diente. Sogar die Knochen werden bisweilen von ihm heimgesucht. Aber nicht alle diese Organe

beherbergen unseren Wurm mit gleicher Häufigkeit. Das Zellgewebe zwischen den Muskeln, das die Finne von Taenia solium mit besonderer Vorliebe bewohnt, ist nur in seltenen Fällen der Sitz des Echinococcus. Auch im Hirn und namentlich im Auge wird die Finne ungleich häufiger gefunden als der Hülsenwurm, der dafür seinerseits die von der gemeinen Finne meist verschmähten Eingeweide, und vor allen anderen namentlich die Leber, aufsucht. Hier erreicht der Hülsenwurm nicht selten die Größe eines Kindskopfes. — Wahrscheinlich ist der Hund der einzige Träger des Echinococcus-Bandwurmes, der mit ihm wohl über die ganze Erde verbreitet ist. Auf Island ist er eine furchtbare Plage, ebenso in gewissen Teilen Australiens, in Ägypten, Kapland und Algerien und bei nomadischen sibirischen Völkerschaften. Aber auch bei uns ist der Wurm durchaus nicht selten und wird, bezeichnend genug, bei Mitgliedern von Fleischer- und Hirtenfamilien sowie bei älteren alleinstehenden Frauenzimmern, also bei Personen, die aus Beruf oder Liebhaberei viel und nahe mit Hunden umgehen, am meisten gefunden. Wer sich von Hunden lecken läßt, schwebt immer in Gefahr, sich mit dem fürchterlichen Echinococcus zu infizieren.

Ein anderer, häufiger Schmarotzer im Hundedarm ist der Kürbiskernartige Bandwurm, Dipylidium caninum *L.* (Taenia cucumerina), dessen längliche, den Fortpflanzungsapparat in doppelter Auflage enthaltende reife Glieder abgeschrägte Ecken besitzen, so daß sie infolgedessen in ihrer Gestalt einem Gurkenkern ähneln. Dieser kleine, nur bis 35 cm lang werdende Bandwurm, der sich außer bei Hunden auch nicht selten in Katzen findet, war zwar schon von Linné als Parasit des Menschen bezeichnet worden, ist aber erst in neuerer Zeit als ein verhältnismäßig gar nicht so seltener Schmarotzer des Menschen, und zwar vorwiegend der Kinder, erkannt worden, wo er aber kaum Beschwerden verursacht. Seine Lebensgeschichte ist interessant genug, da er sich als Jugendform bei den Läusen und Flöhen der Hunde, vornehmlich beim Hundehaarling, Trichodectes canis, findet, der gelegentlich auch auf Katzen übergeht. Die Hunde machen eifrig Jagd auf ihr ektoparasitisches Ungeziefer, zerbeißen es und infizieren sich so mit den Larven von Dipylidium, die bei ihnen geschlechtsreif werden. Die Eier gehen mit dem Kot ab, bleiben zum Teil in dem Fell des Hundes hängen und werden von der Trichodectes, die eine kauende und keine stechende und saugende Läuseart ist, gefressen, ihr Darm wird von den frei gewordenen Embryonen durchbohrt, und diese gelangen in die Leibeshöhle, wo sie ruhen.

Bisher nur im Menschen, und zwar auch wieder meist in Kindern, wurde der Kleine Bandwurm, Hymenolepis nana *Sieb.* (Taenia nana), gefunden. Er erreicht eine Größe von etwa 4,5 cm, bleibt aber meist kleiner, seine größte Breite beträgt nur 0,9 mm. Am Kopfe hat er vier rundliche Saugnäpfe und einen einfachen Kranz von 24—28 sehr kleinen Häkchen. Die Glieder sind sehr schmal und erreichen die Zahl 200. Der Wurm ist in verschiedenen Ländern Europas, in Nord- und Südamerika, auf den Philippinen, in Siam und Japan beobachtet worden, besonders häufig ist er in Ägypten und auf Sizilien. Im Gegensatz zum vorigen kann er ziemlich große Beschwerden hervorrufen, so daß seine Gegenwart, zumal da er immer in Mengen auftritt, für den damit belasteten Träger nicht unbedenklich ist: epileptische Krämpfe, Gedächtnisschwäche, Heißhunger, schließlich vielleicht sogar Gehirnhautentzündung machen zusammen ein übles Krankheitsbild aus. Leider ist die Entwickelung dieses Parasiten und damit auch die Art der Infektion noch ganz unbekannt.

Der vorigen Form sehr nahe steht Hymenolepis diminuta *Rudolph* (Taenia flavopunctata), die 20—60 cm lang ist und 600—1000 Glieder aufweisen kann. Sie findet sich

im Darm unserer Muriden, also der Haus- und Wanderratte und der Hausmaus, einige Male wurde sie auch im Menschen beobachtet. Als Zwischenwirte für die Finnen kommen verschiedene Insekten in Betracht.

Davaine beschrieb eine weitere Tänienart, Davainea madagascariensis *Davaine*, die bei Kreolenkindern zwischen 16 Monaten und 2 Jahren auf der Insel Mayotte (Komoren) angetroffen wurde, und die man noch in einigen anderen vereinzelten Fällen, meist bei Kindern auf der Insel Mauritius, in Bangkok und auf Madagaskar, gefunden hat. Interessant ist, was wir bei Braun über die Art der Ansammlung der reifen Eier bei diesem Wurm lesen: „Der Eihalter besteht aus einer Anzahl von Röhren, die jederseits in einem fast kugeligen Ballen aufgerollt sind; sind sie mit Eiern gefüllt, dann entrollen sich die Windungen, durchsetzen das Glied und verlieren hierauf ihre Wandung; die frei im Parenchym liegenden Eier werden schließlich zu einem oder mehreren von stark wuchernden Parenchymzellen umgeben; so entstehen die 300—400 das ganze reife Glied einnehmenden Eierballen." Über die Finne und den Zwischenwirt dieser 20—30 cm lang werdenden Art ist nichts bekannt.

Wieder einen doppelten Geschlechtsapparat in jedem der bis 3 cm langen Glieder weist Moniezia expansa *Rudolph* auf, mit der wir unsere Betrachtungen über die Bandwürmer beschließen wollen. Diese Art ist der häufigste Bandwurm des Schafes, er findet sich aber auch bei anderen Wiederkäuern, so bei Rind, Ziege und Reh. Unter den Schafen tritt er mitunter so massenhaft auf, daß er die sogenannte Bandwurmseuche erzeugt, die sich durch Verdauungsstörungen, Abmagerung, Durchfälle und Bleichsucht kundtut und den Tod herbeiführen kann. Die Entwickelung dieses längsten aller Bandwürmer unserer Haustiere, der weit über 10 m erreichen soll, ist auch wieder noch in Dunkel gehüllt.

Vierte Ordnung:

Schnurwürmer (Nemertini).

Von den Vertretern der drei anderen Ordnungen der Plattwürmer, die wir bisher kennengelernt haben, unterscheiden sich die Schnurwürmer oder Nemertini durch den Besitz einer hinteren Darmausmündung und eines Blutgefäßsystems. Wenn auch einzelne Forscher in ihnen wegen mancher Ähnlichkeiten im Bau rückgebildete Ringelwürmer sehen möchten, so hat man im Laufe der Zeit doch eine solche Menge von Übereinstimmungen in ihrem Bauplan mit dem der Strudel-, Saug- und Bandwürmer aufgedeckt, daß eine nähere Verwandtschaft mit diesen sicherzustehen scheint. Vermutlich stammen die Schnurwürmer mit den Strudelwürmern von gemeinsamen Ahnen ab, doch haben sich beide in etwas anderer Richtung weiterentwickelt, wobei aus Strudelwürmern noch die Trematoden und aus diesen die Cestoden entstanden, während die Nemertinen einen besonderen, gewissermaßen weiter ausgebildeten Seitenzweig des gemeinsamen Stammes darstellen.

Die Schnurwürmer haben alle einen gestreckten, fast nie ganz flachen, sondern nur an der Bauchseite etwas abgeplatteten Körper, dessen Vorderende nicht selten als Kopfabschnitt besonders abgesetzt ist und außer zwei zum Spüren dienenden Sinnesgruben bei den weitaus meisten Arten zwei Gruppen von einfachen Sehorganen trägt. Die Haut ist wie bei den Strudelwürmern bewimpert. Die gewöhnlich bauchständige Mundöffnung führt in einen Schlund, der in den langen, in regelmäßigen Abständen zu seitlichen Taschen

erweiterten Mitteldarm übergeht. Daran schließt sich dann der Enddarm mit dem endständigen After. Über dem Anfangsdarm liegt ein langer, öfters durch eine besondere Öffnung am Vorderende vorstülpbarer, schlauchförmiger Rüssel, der durch eine eigene Muskulatur in eine Scheide zurückgezogen werden kann. Dieser birgt am Grunde seines vorderen Abschnittes bei gewissen Formen ein Kalkstilet und neben ihm in seitlichen Taschen einige Ersatzkalkspitzen, während der hintere Abschnitt Giftdrüsen enthält. Hört man nun, daß beim Vorstrecken des Rüssels das Stilet an die äußerste Spitze rückt und gleichzeitig die Giftdrüsen in Tätigkeit treten, so wird ohne weiteres einleuchten, daß die ganze Einrichtung zum Ergreifen und Töten der Beutetiere dient. Nach ihrem Vorhandensein oder Fehlen unterschied man früher zwei Gruppen von Nemertinen, bewaffnete und unbewaffnete, doch hat man jetzt andere Einteilungsgrundsätze angenommen.



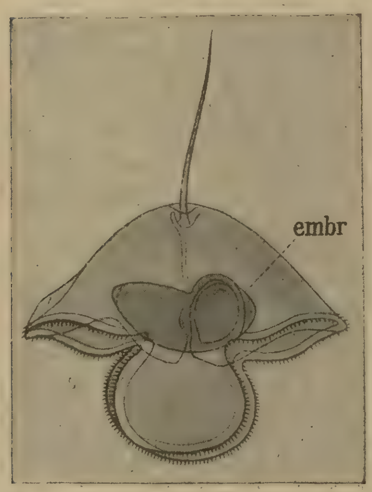
Vierauge, Prostoma spec. Vergrößert.

Das Blutgefäßsystem besteht aus zwei seitlichen Längsstämmen, zu denen noch ein weiterer über dem Darm kommen kann. Dieses Rückengefäß ist dann mit den beiden seitlichen durch zahlreiche Schlingen verbunden und treibt die mitunter rötliche, meist jedoch farblose Blutflüssigkeit von hinten nach vorn. Der Ausscheidung dienen zwei kurze Wassergefäße, die mit den uns nun schon bekannten Wimperfackeln beginnen und seitlich getrennt oder gemeinsam ins Freie münden. Als Zentralnervensystem wirken zwei im Kopfende gelegene, durch eine über dem Schlunde verlaufende Querbrücke verbundene Ganglienknoten, die mit ein paar anderen, mehr bauchwärts gelegenen in Verbindung stehen. Von letzteren gehen zwei den Körper in seiner ganzen Länge durchziehende und sich in der Nähe des Afters vereinigende seitliche Nervenstämme aus.

Zum Unterschiede von den übrigen Plattwürmern sind die weitaus meisten der Schnurwürmer getrennt geschlechtlich, doch unterscheiden sich die beiden Geschlechter äußerlich nicht. Die sich jederseits in vielfacher Zahl wiederholenden, einfache Säcke darstellenden Keimdrüsen liegen in den Zwischenräumen zwischen den Darmtaschen und münden durch kleine Öffnungen auf dem Rücken aus. Die Eier werden in unregelmäßigen Massen, in Schnüren oder in Gürtelkokons abgelegt, in denen sie, durch eine zu Gallerte erstarrende, schleimige Masse vereinigt, oft auf dem Körper der Mutter zunächst haftenbleiben, bis diese aus dem Gürtel herauskriecht. Während die Entwickelung mancher Arten eine unmittelbare ist, verlassen die Larven anderer das Ei in einer Gestalt, der ein Uneingeweihter nicht ansehen kann, was aus ihnen hervorgehen wird. Nach ihrer Ähnlichkeit mit einer Pickelhaube hat man diese in den europäischen Meeren in den Frühlingsmonaten in großen Schwärmen auftretende, im freien Wasser schwebende Larve Fechterhutlarve, Pilidium (Abb., S. 234).

genannt. Diese Pilidien sind über und über bewimpert, während um ihre Ränder Schnüre von stärkeren Zilien laufen, oben auf dem Scheitel sogar ein besonders langer Geißelschopf emporragt. Seitlich hängen ein paar ebenfalls von den Wimperschnüren umzogene Lappen herab, gewissermaßen der Backenschutz des Helmes, und zwischen ihnen befindet sich die Mundöffnung, die in einen noch blind geschlossenen Darm hineinführt. Aus vier in der Nähe des Mundes gelegenen Einstülpungen geht durch langsame Umbildungen, wobei der Darm allmählich umwachsen wird, der Körper der Nemertine hervor, der dann die Larvenhaut durchbricht und frei wird. Eine etwas einfachere Larvenform wird als Desorsche Larve bezeichnet.

Die Länge der Schnurwürmer wechselt sehr. Einige Arten bringen es nur auf ein paar Millimeter, andere erreichen viele Meter, wobei sie aber immer verhältnismäßig sehr dünn bleiben; die meisten halten sich zwischen 20 und 60 cm. Zum Teil sind die Schnurwürmer durch in die Haut eingelagerte Pigmente oder bunte Abscheidungen der Hautdrüsen überaus prächtig gefärbt, wobei Gelb, Braun und Rot in allen möglichen Tönen, Übergängen und Mischungen häufig sind, reines Blau aber fehlt. Oft ist auf der Grundfarbe noch eine besondere Zeichnung zu erkennen, eine Marmorierung, parallele Längslinien, farbige Querringel oder die beiden letzten gleichzeitig nebeneinander. Im allgemeinen ist die vielfach als eine Anpassung an die Umgebung wirkende Färbung bei den unbewaffneten Formen auffallender als bei den bewaffneten. — Hervorgehoben sei noch die weitgehende Fähigkeit vieler Schnurwürmer, verlorengegangene Teile wiederersetzen, ja mitunter aus einem kleinen losgelösten Körperstück ein vollständiges Individuum ergänzen zu können.



Fechterhutlarve (Pilidium). Vergr. 35:1. embr Anlage der jungen Nemertine. Nach O. **Bürger** aus **Bronns** „Klassen und Ordnungen“.

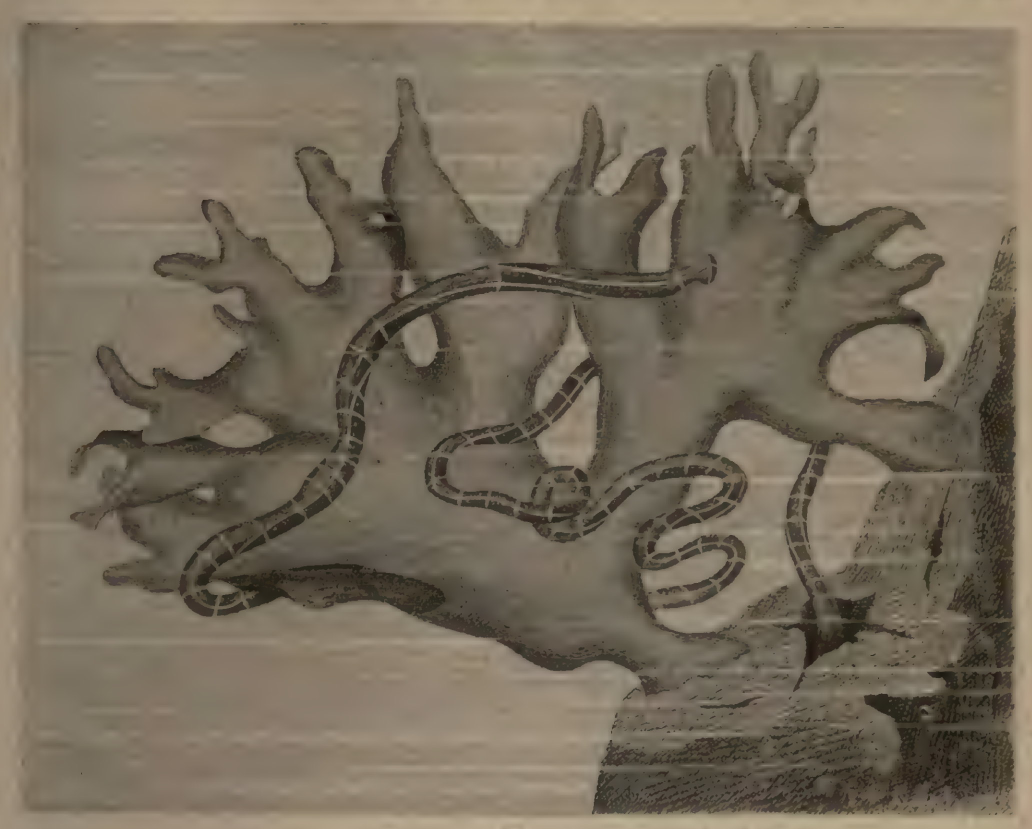
Das eigentliche Gebiet der Schnurwürmer ist das Meer. Aber nur eine ganz kleine Gruppe mit wenigen Arten lebt ständig frei schwimmend auf hoher See. Die meisten Arten halten sich in der Küstenzone auf, wo sie sich im Geröll unter Steinen, in Felsspalten, in den Löchern der Korallenblöcke oder zwischen den Zweigen der Meeresalgen verbergen. Einige graben sich wohl auch in den Bodensand ein, wieder andere verfertigen sich Wohnröhren aus zähem, von der Haut abgeschiedenem Schleim. Einige Gattungen haben sich ganz an das Leben auf dem Lande angepaßt, und eine einzige (Prostoma *Ant. Dugès*) findet sich mit einer Anzahl Arten im Süßwasser.

Mit wenigen Ausnahmen sind die Nemertinen gefährliche Räuber, die vor allem die Röhren bauenden Ringelwürmer mit dem Rüssel geschickt aus ihren Wohnungen herauszuholen verstehen, jedoch auch mit anderer Fleischnahrung vorliebnehmen. Ein paar Arten treten als „Tischgäste“ (Kommensalen) anderer Tiere auf, d. h. sie nehmen an deren Mahlzeiten teil, ohne ihnen jedoch anderweitigen Schaden zuzufügen, freilich auch ohne ihnen dafür eine Gegenleistung zu bieten. Echte Schmarotzer sind ebenfalls unter den Schnurwürmern festgestellt.

Man kennt bis jetzt nicht ganz 500 Arten von Nemertinen, die von dem eingehendsten Bearbeiter dieser Tiergruppe, Otto Bürger, vornehmlich unter Berücksichtigung des

Nervensystems auf vier Unterordnungen verteilt werden. Wir wollen von diesen, dem Laien nur selten zu Gesicht kommenden Würmern nur einige besonders charakteristische herausgreifen.

In der untenstehenden Abbildung ist zunächst ein im Leben sehr farbenprächtiges Tier dargestellt, Tubulanus (Carinella) superbus *Kölliker*. Es gehört zur Familie der Tubulanidae, die sich in anatomischer Hinsicht vor allem durch das Fehlen des Rückengefäßes und einen unbewaffneten Rüssel auszeichnet. Unsere Nemertine wird bis zu 75 cm lang,



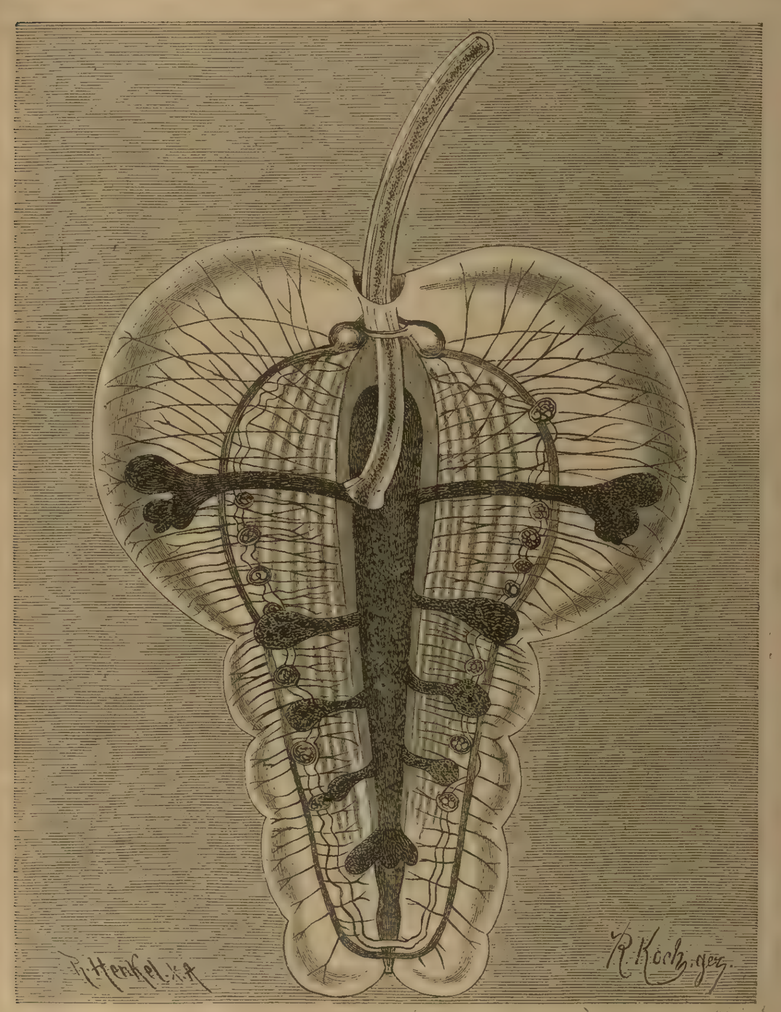
Tubulanus (Carinella) superbus *Kölliker*. Natürliche Größe.

aber nur 5 mm dick. Ihr Körper ist rotbraun bis kirschrot gefärbt und mit 4 weißen Längsstreifen, die sich bis zur Schwanzspitze fortsetzen, und zahlreichen, ebenfalls weißen Querringeln schön geziert. Im Atlantischen Ozean (Küsten von Schottland, England und Frankreich) und im Mittelmeer ist Tubulanus superbus gefunden worden. Er lebt gewöhnlich auf sandigem Boden am Strande, wird aber auch mitunter in einer Tiefe von 40–50 m gefangen.

Die größten bisher beobachteten Schnurwürmer kommen an der englischen Küste vor und sind Mitglieder der artenreichen Familie der Lineidae, die der vorigen sehr nahe steht und wie diese keine Rüsselbewaffnung trägt. Lineus longissimus *Gunnerus* hat einen bandartig abgeplatteten Körper und wird 5—10 m lang; einzelne Stücke sollen sogar bis 30 m gemessen haben. Diese Tiere knäueln sich gern zu einem dichten Klumpen zusammen und scheinen vornehmlich des Nachts während der Flut ihre Verstecke zu verlassen, um auf Raub auszugehen.

Kleiner ist Cerebratulus marginatus *Renier*, der am Hinterende seines breiten, kräftigen Körpers einen kleinen Schwanzanhang trägt. Diese Würmer sind nicht nur im Norden des Atlantischen Ozeans, sondern auch im Mittelmeer ziemlich gemein. Sie schwimmen vorzüglich, wobei sie aalartig schlängelnde Bewegungen ausführen.

In Anpassung an ihre besondere Lebensweise haben die gleichfalls unbewaffneten freischwimmenden Vertreter der Familie der Pelagonemertidae einen auffallend verbreiterten und verhältnismäßig dünnen Körper. Die im Indischen Ozean südöstlich von Australien in großen Tiefen gefundene Pelagonemertes moseleyi *Bürger* wird bis zu 4 cm lang bei einer Breite von 2 cm und wurde schon von Lesson unter dem Namen Pterosoma planum als Mollusk beschrieben. Es ist ein wundervoll durchsichtiges Geschöpf, dessen innere Organe, namentlich der dunkel kastanienbraune Verdauungsapparat, sich sehr deutlich abheben. Der Körper des Tieres verjüngt sich von vorn nach hinten und zeigt fünf hintereinander gelegene, durch seitliche Einkerbungen angedeutete Abschnitte, deren vorderster allein so lang wie die vier hinteren zusammen und flügelartig verbreitert ist, was auf ein ausgezeichnetes Schwebevermögen deutet.



Pelagonemertes moseleyi *Bürger*. Vergrößert.

Eine sehr merkwürdige Gattung von Schnurwürmern, die indessen diesen Namen durchaus Lügen straft, ist Malacobdella *Blainville*. Sie wird in gewissen Muscheln, der Venusmuschel (Cyprina islandica) und Klaffmuscheln (Mya truncata und M. arenaria), zwischen

Kiemen und Mantel oder im Eingeweidesack sehr häufig gefunden, und ihre Leibesform ist durch diese ihre Lebensweise seltsam verändert worden. Kurz und breit erscheint der Körper, der am hinteren Ende einen Haftapparat in Gestalt einer ansehnlichen, tellerförmigen Sauggrube erworben hat. Es war natürlich, daß das Tier, bevor seine näheren anatomischen Verhältnisse klargestellt waren, in systematischer Hinsicht verkannt wurde, bald sollte es ein Egel, bald ein Saugwurm, bald eine diese beiden Wurmgruppen vermittelnde Form sein. Malacobdella grossa *Müller* lebt in den genannten Muscheln in der Ost- und Nordsee, im Nordatlantischen Ozean und im Mittelmeer. Sie nährt sich von den kleinen Organismen, die mit dem Atemwasser der Muscheln in deren Mantelhöhle gelangen, ist also kein eigentlicher Schmarotzer, sondern ein Kommensale. Im Kieler Hafen sollen gegen 80 Prozent der größeren Venusmuscheln je eine solche Malacobdella enthalten.

Die acht Arten der Gattung Geonemertes *Bergendal*, die zu der Familie der Prosorhochmidae gehört, leben auf dem Lande. Einige von ihnen werden bis zu 7 cm lang, und alle besitzen einen kräftigen Rüssel, der mit einem Angriffsstilet bewehrt ist und gemeinsam mit dem Darm ausmündet. Meist sind vier Augen vorhanden. Die rötlichweiße, mit braunen Längsstreifen verzierte Geonemertes pelaensis *Semper* wohnt auf den Palau-Inseln unter feuchtem Laub oder der Rinde der Bäume. Über die milchweiße Geonemertes agricola *Will.-Suhm* von den Bermuda-Inseln schreibt Bürger nach einem Bericht von R. W. Coe: „Sie kommt an verschiedenen Orten der Bermuda-Inseln in großen Mengen vor, indes, soviel die Erfahrung lehrt, nur entlang der Küste, welche in die Mangrovesümpfe übergeht, und an den angrenzenden Hügelseiten. Im Sommer wurden die Landnemertinen nur in dem feuchten Boden nahe der Hochwasserlinie gefunden, in den Frühlingsmonaten etwas höher an den Hügellehnen. Es ist wahrscheinlich, daß sie sich im Sommer an Stellen, welche trocken werden, die von den Regenwürmern gegrabenen Gänge benutzend, tiefer in den Erdboden zurückziehen. Ihr bevorzugtes Wohngebiet scheint aber der Linie der höchsten Fluten zu folgen; hier am Rande der Mangrovedickichte, wo der Boden aus schwarzem Mud besteht, der weiter höher in dunklen oder roten Lehm übergeht, verbergen sie sich unter Steinen, Hölzern und anderen Gegenständen, welche das Meer ausgeworfen hat." Der genannte Forscher knüpft hieran die wohl richtige Bemerkung, daß sich die Landnemertinen nicht etwa aus Süßwasserformen, sondern unmittelbar aus den im Meere an der Küste lebenden entwickelt haben. Geonemertes pelaensis soll sich kriechend wie manche Blutegel fortbewegen, indem sie ihre Mundöffnung wie einen Saugnapf zum Festheften benutzt.

Die australische Geonemertes chalicophora *Graff* wurde mehrfach in Europa in Warmhäusern beobachtet, in die sie jedenfalls mit den Pflanzen eingeschleppt wurde.

Endlich beschließen wir die Ordnung mit einem Blick auf die Familie der Prostomatidae. Diese ist für uns deshalb von Interesse, weil eine ihrer Gattungen, Prostoma *Ant. Dugès* (Tetrastemma), auch bei uns durch ein paar Arten vertreten ist, die sich in verschiedenen langsam fließenden oder stehenden süßen Gewässern wenn auch nicht gerade häufig, so doch ziemlich regelmäßig vorfinden. An einem ganz besonderen Ort wurde Prostoma clepsinoides *Ant. Dugès* ausfindig gemacht, nämlich in der alten Hamburger Wasserleitung, die mehrfach ein beliebtes Wohngebiet für sonst nicht häufige Tierformen abgegeben hat. Die kleinen, 1—1,5 cm langen, abgeplatteten, gelbbraunen oder fleischroten Würmchen haben sechs Augen, die paarweise hintereinander angeordnet sind. Ihr Rüssel ist wie bei allen

Angehörigen der Gattung bewaffnet, und der Mitteldarm entsendet einen langen, unter dem Schlund gelegenen Blindsack. Man hat diesen Wurm auch in Torfmooren bei Greifswald, im Plötzensee bei Berlin und in der Umgebung von Würzburg sowie in Nordamerika gefunden.

Während die eben besprochene Nemertine wie fast alle Schnurwürmer getrennten Geschlechts ist, haben wir in dem in einem Aquarium des Berliner Zoologischen Instituts gefundenen Prostoma eilhardi *Mntgry.* einen Zwitter vor uns. Dasselbe ist der Fall bei Prostoma graecense *Böhmig* aus dem Grazer Botanischen Garten und einem Bach bei Prag.

Alle diese Arten legen Eier ab; dagegen ist Prostoma lacustre *Du Plessis* lebendiggebärend. Dieser hellgelbe, etwa 3 cm lange Wurm lebt in verschiedenen Seen der Schweiz, so im Genfer und Züricher See, und ist auch bei Basel in einem Sumpf festgestellt worden.

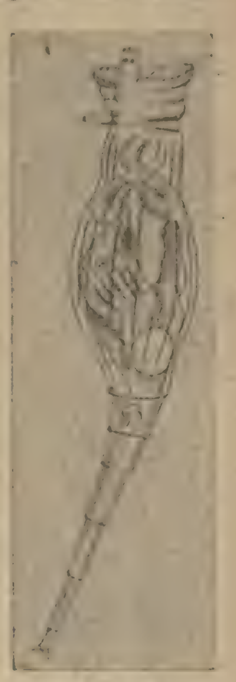
Zweite Klasse:

Rädertiere (Rotatoria).

Wir nehmen aus einer Dachrinne, wenn es einmal längere Zeit nicht geregnet hat, etwas von dem dort angesammelten Staub und übergießen ihn in einem kleinen Glas mit Wasser. Nach Ablauf von höchstens einer Stunde werden uns in den meisten Fällen bei scharfem Hinsehen schon mit bloßem Auge in dem Gefäß winzig kleine, vom einfallenden Licht hell-weißlich erglänzende Pünktchen auffallen, die sich regellos durcheinander bewegen, so daß man sofort erkennt, daß sie nicht etwa ohne ihr Zutun von geringen Wasserströmungen umhergetrieben werden, sondern selbsttätig durch eigene Fortbewegungsorgane schwimmen. Wegen der geringen Größe werden wir geneigt sein, sie für Protozoen zu halten. Fangen wir nun mit einer Pipette ein oder mehrere solcher beweglichen Pünktchen heraus und bringen sie mit einem Tropfen Wasser unter das Mikroskop, so sehen wir nach kurzer Zeit, wie sie weiter munter umherschwimmen, und zwar wirklich wie viele Infusorien mit Hilfe von flimmernden Zilien. Bei der lebhaften Bewegung der Tierchen ist es schwer, weitere Einzelheiten an ihnen zu erkennen, zumal ein paar schon halb verfaulte Holzsplitterchen oder Strohteilchen, die der Wind mit dem Staub in die Dachrinne geweht hatte, mit in unseren Wassertropfen gekommen sind und nun auf dem Grunde des Objektträgers liegen, so daß die Tierchen sich zwischen ihnen und einigen winzig kleinen Sandkörnchen verstecken können. Doch halt! Wie wir das Gesichtsfeld weiter durchmustern, sehen wir auf einmal, daß eines der Tierchen sich an einem solchen festen Teilchen mit dem einen, verschmälerten Ende zur Ruhe gesetzt hat, während an seinem anderen Ende die Flimmerbewegung noch kräftig im Gange ist. Ja, das scheint jetzt gar keine Flimmerung mehr zu sein, sondern wir beobachten bei der mittleren Vergrößerung, die wir anwandten, an diesem Vorderende des Tieres zwei kreisrunde Zahnrädchen, die sich beide langsam drehen. Und da wissen wir es auch, was wir vor uns haben: Rädertiere sind es, Angehörige der Klasse der Rotatoria oder Rotifera, keineswegs Einzeller, sondern mit wirklichen, echten Organen ausgestattete Metazoen.

Die Radbewegung ist nicht die einzige, die wir sehen; nicht weit hinter dem Vorderende, wo der Körper halsartig eingeschnürt ist, erkennen wir im Inneren des Tieres noch eine andere. Da liegt ein festes, aus zwei seitlichen Hälften bestehendes Gebilde, dessen beide Teile sich in regelmäßiger Bewegung einander nähern und entfernen, wobei sich die ganze an ein Mühlwerk erinnernde Vorrichtung noch unregelmäßig hin und her dreht. Es ist der sogenannte Schlundkopf, den wir bei der Arbeit sehen. Mit chitinigen Kiefern

ausgestattet, zerkaut er die vom Räderorgan herbeigestrudelte Nahrung. — Wie verhält es sich nun mit den Rädern selbst? Um einen genaueren Einblick zu gewinnen, müssen wir eine etwas stärkere Vergrößerung nehmen und außerdem die Bewegung der Tiere dadurch etwas verlangsamen, daß wir unserem Wassertropfen eine Spur verdünnter Kokainlösung zusetzen, die eine betäubende Wirkung hat. Nun sehen wir deutlich, daß am Vorderkörper unseres Tieres, das ungemein häufige Rüsselrädchen, Rotifer vulgaris *Schrank*, mag es sein, zwei rundliche Lappenfortsätze ausgestreckt sind, deren Ränder einen Besatz von Zilien tragen, die jetzt unter Einwirkung des Betäubungsmittels nur noch langsam schlagen. Und da beobachten wir, wie diese Bewegung etwa an einem Punkte des Umkreises eines solchen Lappens beginnt und sich von da in einer Richtung von Zilie zu Zilie wie eine Welle fortpflanzt. Bald folgt eine neue solche Welle, so daß mehrere gleichzeitig über den Rand verlaufen. Dies ist es, was in uns bei der gewöhnlichen, schnelleren Bewegung den Eindruck erweckt, als drehten sich die ganzen runden Lappen. Übrigens erkennen wir nun auch bei eingehenderer Betrachtung, daß der Flimmerbesatz jedes Lappens keineswegs einen vollen Kreis beschreibt, sondern da, wo beide sich einander nähern, unterbrochen ist. Dafür liegt zwischen beiden Räderscheiben, etwas bauchständig, die Mundöffnung, die ebenfalls von Zilien, allerdings feineren, umgeben ist.



Rüsselrädchen, Rotifer spec. Stark vergrößert. Nach Hudson und Gosse, „The Rotifera“. London 1889—90.

Wie sind nun diese merkwürdigen Tierchen in unser Wasser gekommen? In dem trocknen Staube der Dachrinne, von dem wir vielleicht noch eine Probe ohne Wasserzusatz untersuchen, finden wir unter dem Mikroskop nur leblose, unbewegliche feste Teilchen. Und doch sind da solche Rädertierchen mit zwischen den Steinchen und den anderen Staubteilchen. Nur zeigen sie nicht jene rührigen Lebenstätigkeiten, wie wir sie eben an den ins Wasser versetzten erkennen konnten. Sie sind scheintot, ausgetrocknet, zusammengeschrumpft, und nur der Kenner wird sie mit Mühe zwischen den wirklich leblosen Dingen ihrer Umgebung herausfinden können. Werden sie angefeuchtet, in Wasser gebracht, so bewähren sie die wunderbare Fähigkeit, wieder zu neuem Leben zu erwachen. Es sei gleich hier bemerkt, daß diese Tiere nun allerdings auch im Zustande des Scheintodes, der Trockenstarre, wie man sagt, doch nicht ganz ohne alle Lebenstätigkeiten sind. Vor allem darf das Austrocknen nur ein äußerliches sein; in den einzelnen Zellen muß noch ein letzter Rest Feuchtigkeit erhalten bleiben. Wird etwa durch Erhitzen oder durch einen längeren Aufenthalt in völlig trockner Luft den Tieren auch noch dieses Wasser entzogen, so sterben sie wirklich ab und sind dann nicht wieder zum Leben zu bringen. Ganz langsam, mit unseren Mitteln schwerlich nachzuweisen, aber doch noch vorhanden, werden sich die wichtigsten Lebenstätigkeiten, ein ganz langsamer Stoffumsatz und eine verschwindend geringe Atmung, bei den trockenstarren Tieren abspielen.

Ähnlich wie das Rüsselrädchen verhalten sich noch eine große Anzahl anderer Rädertierchen, die alle in Staub- und Schlammansammlungen, in faulendem Laub oder in feuchten Moosen und Flechtenpolstern ihr Dasein führen, und die man im biologischen Sinne zu der Gruppe der „Erdrotatorien“ zusammenzufassen pflegt. Ihnen stehen andere Verwandte gegenüber, die ständig im Wasser hausen, weitaus die meisten im Süßwasser, manche

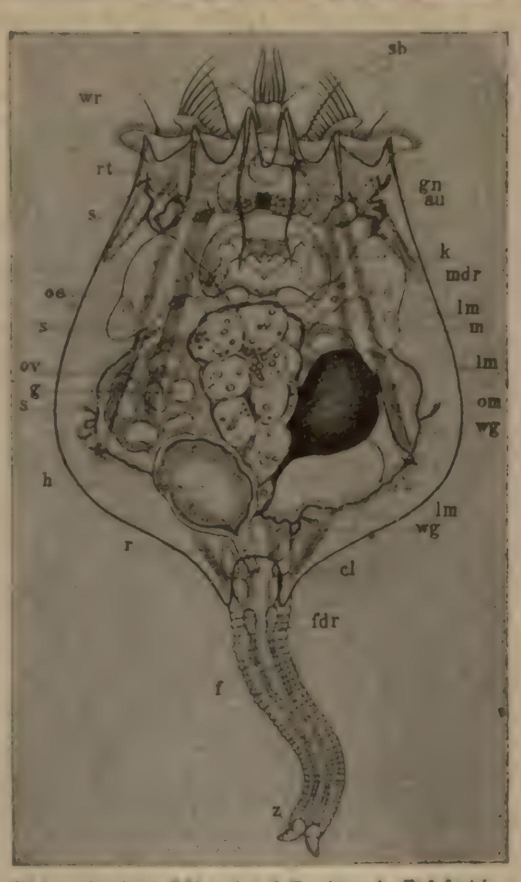
aber auch im Meer oder im Brackwasser. Endlich gibt es auch einige Formen, die zu einer schmarotzenden Lebensweise an oder in anderen Lebewesen übergegangen sind. Trotz mannigfacher Verschiedenheiten in der äußeren Erscheinung weisen doch alle diese Rotatorien einen übereinstimmenden Bauplan auf, mit dem wir uns jetzt noch etwas eingehender befassen wollen.

Viele Rädertiere haben wie unser Rüsselrädchen einen langgestreckten, „wurmähnlichen" Körper, der von einer verdickten Haut umgeben ist. Diese verhältnismäßig feste Hülle ist die Kutikula, das Abscheidungsprodukt der darunterliegenden, lebenden, eigentlichen Hautzellen. An manchen Stellen ist dieses Oberhäutchen aber nur ganz dünn, so daß die Haut dort weich und biegsam bleibt. Vor allem an den Grenzen des mittleren, als „Rumpf" bezeichneten Körperabschnittes gegen den meist durch eine halsartige Einschnürung deutlich abgesetzten, davorliegenden „Kopfabschnitt" und gegen den auf den Rumpf folgenden, bauchseitig ansitzenden, meist verschmälerten, nur selten fehlenden „Fuß" finden sich solche weichhäutige Teile, die aber auch sonst, vornehmlich auf dem Fußabschnitt selbst, ringförmig auftreten. Durch sie wird das Rädertier scheinbar in einzelne Glieder zerlegt, wie ein Gliedertier oder ein Ringelwurm. Während sich aber bei diesen eine solche „Segmentierung" auch auf die inneren Organe erstreckt, ist sie bei den Rotiferen nur eine äußere. Ihr Zweck ist ein doppelter. Einmal wird dadurch eine größere Beweglichkeit der einzelnen Körperteile gegeneinander gewährleistet, und zweitens wird ein besserer Schutz für die am meisten gefährdeten Kopf- und Fußabschnitte ermöglicht. Bei der geringsten Erschütterung des Wassers ziehen die Tierchen Kopf und Fuß, dessen Glieder wie die eines Teleskopes ineinanderpassen, in den Rumpf ein. Der letztere ist überdies bei einer ganzen Gruppe von Rädertieren, die danach die Gepanzerten, Loricata, genannt werden, mit einem kalkigen Schutzschild überdeckt und demgemäß mehr abgeplattet.

Die Form des Räderorgans (s. die Abb., S. 241) wechselt sehr. Hervorgegangen aus einem das Vorderende umgebenden Wimpergürtel, der, sich scheibenförmig verbreiternd, die Mundöffnung umgibt, kann es bald in mehrere Lappen ausgezogen, bald (so bei den kriechenden Arten) auf eine Wimpergruppe am Munde beschränkt sein, wie wir später an einigen der zu besprechenden Beispiele sehen werden. Der Fuß (f), der, wie schon bemerkt, manchen Formen fehlt, pflegt an seinem äußeren Ende ein paar Fortsätze, die „Zehen" (z), zu tragen und enthält dort Drüsen (fdr), mit deren Abscheidungen sich die Tiere festkleben können.

An dem Körper finden sich vielfach der Ortsbewegung dienende Anhänge, Dornen, Borsten oder flossenförmige Gebilde, wie auch der Kopfabschnitt Stirn-, Seiten- und Rückentaster (rt) tragen kann, von denen die letzteren bei dem Rüsselrädchen und seinen Verwandten zu einem beweglichen Tastrüssel verschmolzen sind. Schützen sich die Loricata durch ihren Panzer, so scheiden andere Formen eine gallertige, röhrenförmige Hülle ab, in der sie dann wohnen. Ja Melicerta (s. Tafel „Süßwasser-Rädertierchen", 1, bei S. 245) und Oecistes verstärken die Wände ihrer Schleimhüllen noch durch Fremdkörper. Unter der Haut der Rotatorien liegt die aus Längs- und vor allem dicht aneinander gelagerten Ringmuskelfasern bestehende Körpermuskulatur, so daß also auch hier wieder ein Hautmuskelschlauch vorhanden ist. Außerdem wird die Leibeshöhle, die zwischen Körperwand und inneren Organen liegt, von zahlreichen Muskeln (lm) durchzogen, unter denen die zum Einziehen des Räderorgans (wr) dienenden die wichtigsten sind. Wir sahen, daß der Verdauungskanal mit der meist bauchständigen, nur selten endständigen Mundöffnung beginnt, die von einem besonderen Teil des Wimperapparates umgeben ist. Daran schließt sich der Schlundkopf oder

Kaumagen (k) an. Die in ihm entwickelten Kieferteile haben bei den einzelnen Arten eine ganz bestimmte Form, sind also systematisch wertvoll. Dabei ist es bemerkenswert, daß diese Kiefer sofort in ihrer endgültigen Größe entwickelt werden, so daß sie also auch schon die oft einander sehr ähnlichen Jugendformen unterscheiden. Eine kräftige Muskulatur bewegt die Kiefer gegeneinander. Hinter dem Schlundkopf liegen ein paar Speicheldrüsen, dann folgt ein Schlundrohr (oe), das in den erweiterten rundlichen oder länglichen, mit großen Flimmerzellen ausgekleideten Magendarm (m) führt. Dieser ist bei **Asplanchna** (s. Tafel „Würmer“, 2, bei S. 228) und **Paraseison** blind geschlossen, bei anderen mündet er in einen kurzen Darm (r), der sich in die an der Fußbasis gelegene Kloake (cl) öffnet. Am Eingang zum Magen finden sich großzellige Magendrüsen (mdr). Der Ausscheidung dienen wieder zwei Wassergefäße (wg), lange, oft dicht geknäuelte Kanäle mit seitlichen, kurzen Blindästen, deren jeder am Ende eine Wimperfackel (s) birgt. Die beiden Kanäle münden in die Kloake, wobei sie sich vorher meistens zu einer zusammenziehbaren Blase (h) vereinigen, die oft überraschend groß wird und die Aufspeicherung und regelmäßige Entleerung der durch die Wassergefäße abgesonderten Flüssigkeit besorgt. Das Nervensystem ist verhältnismäßig einfach; es besteht in der Hauptsache aus dem paarigen Zerebralganglion oder Gehirn (gn), das im Kopfabschnitt über dem Schlund liegt und Nervenfasern nach den einzelnen Körperteilen aussendet, vornehmlich nach den Sinnesorganen. Unter diesen fällt außer den bereits erwähnten Tastern und den Sinnesborsten (sb), die in größerer Anzahl auf dem Kopfe verteilt sind, das meist Xförmige Auge (au) über dem Gehirn auf, das mit schwarzem oder rotem Pigment versehen ist und eine Linse trägt.



Anatomie eines Rädertieres (Brachionus). Nach Hudson und Gosse, „The Rotifera“. London 1889—90.

Die Rädertiere sind getrenntgeschlechtlich, und alles, was wir bisher hörten, gilt im allgemeinen nur für die Weibchen. Wir finden bei ihnen überdies einen oder zwei Eierstöcke und dementsprechend einen oder zwei Dotterstöcke, welche die zur Entwickelung der Eier erforderlichen Nährstoffe liefern. Die sackartigen Eierstöcke (ov) mit den Eizellen (g) gehen in einen kurzen Eihalter (om) über, und dieser mündet in die Kloake. Bei vielen Arten werden die Eier abgelegt, bei anderen entwickeln sie sich jedoch noch im Mutterleibe zu jungen, den alten vollständig gleichenden Tieren, so daß wir also zwischen eierlegenden und lebendig gebärenden Rädertieren unterscheiden können. Ja bei manchen Formen finden wir sogar zu verschiedenen Jahreszeiten beide Fortpflanzungsweisen.

Die Rotatorienmännchen sind, soweit man sie überhaupt kennt — in der Ordnung der Bdelloidea scheint es gar keine zu geben —, viel kleiner als die Weibchen und zeigen eine weitgehende Rückbildung vieler Organe. Sie besitzen keinen Darmkanal, daher auch keine Mundöffnung und sind infolgedessen nur wenige Tage lebensfähig. Ebenso fehlt ihnen meist die zusammenziehbare Blase, und ihr Räderorgan ist stark rückgebildet. So kommt es, daß sich die Männchen vieler Arten nur wenig voneinander unterscheiden. Ihr Körper wird zum größten Teil ausgefüllt von einem mächtig entwickelten, birnen- oder kugelförmigen Hoden, der mit einem Begattungsglied ausmündet. Bei den wenigen Arten, bei denen man die Vereinigung der Geschlechter beobachtet hat, wird dieses Werkzeug dem Weibchen durch die Leibeswand gestoßen, so daß der Samen in deren Leibeshöhle gelangt, von wo aus er die Eier aufsucht. Nur bei den im Meere lebenden Seisoniden sind die Männchen den Weibchen ähnlich und mit allen Organen ausgerüstet.

Die Seisoniden vermehren sich wohl stets durch besamte Eier. Im Gegensatz zu ihnen pflanzen sich die männchenlosen Bdelloidea stets durch unbefruchtete Eier, also parthenogenetisch, fort. Der großen Masse der übrigen Rotatorien dagegen stehen beide Arten der Fortpflanzung zur Verfügung. Ihre Weibchen bringen zweierlei Eier hervor, nämlich Subitaneier und Dauer- (Winter-) Eier, wie wir es ähnlich bei manchen Strudelwürmern fanden. Die Dauereier sind durch feste, oft rauhe, behöckerte oder bestachelte Schalen gegen die Unbilden des Winters und gegen das Eintrocknen geschützt. Wir haben es hier mit einer Form von Generationswechsel zu tun, mit sogenannter Heterogonie, die dadurch gekennzeichnet ist, daß beide Generationsfolgen sich geschlechtlich vermehren (im Gegensatz zur Metagenese, wo geschlechtliche mit ungeschlechtlichen Generationen abwechseln). A. Lange, der die modernen Kenntnisse über die Fortpflanzungsverhältnisse der Rädertiere zusammengestellt hat, schreibt darüber folgendes:

„Die Heterogonie der Rotatorien verläuft nach einem bestimmten Schema, innerhalb dessen wohl geringfügige Modifikationen auftreten können, das aber im ganzen durchgängig streng innegehalten wird. — Aus einem mit dicker Schale versehenen Dauerei entwickelt sich ein Weibchen. Von diesem leitet sich eine Anzahl parthenogenetisch erzeugter Generationen ab, die in der Hauptsache nur Weibchen, mitunter auch vereinzelte Männchen umfassen; gegen das Ende der parthenogenetischen Periode, das sich durch starke Vermehrung der Individuenzahl anzuzeigen pflegt, treten die parthenogenetisch erzeugten Männchen zahlreich auf, es erfolgt Befruchtung der Weibchen und anschließende Dauereibildung. Damit ist ein Generationszyklus abgeschlossen, denn aus den Dauereiern gehen später wieder parthenogenetisch sich vermehrende Weibchen hervor. Je nachdem jährlich ein, zwei oder mehrere solcher Kreise durchlaufen werden, unterscheidet man wie bei den Daphniden mono-, di- und polyzyklische Arten." Weiter führt Lange aus, daß sich die Zeiten der Geschlechtsperioden verschieben, ja ganze Geschlechtsperioden ausfallen können. Ein und dieselbe Art kann an verschiedenen Orten oder im gleichen Gewässer in verschiedenen Jahren in bezug auf Zyklen und Geschlechtsperioden verschiedenes Verhalten zeigen. Die Ursachen der Abweichungen sind jedenfalls sehr zusammengesetzter Natur und noch keineswegs aufgeklärt. Auch die Dauer einer Geschlechtsperiode kann recht verschieden sein. Oft sind solche auf wenige Tage beschränkt, mitunter währen sie monatelang. Der Zwischenraum zwischen zwei Geschlechtsperioden schwankt bei den verschiedenen Formen in weiten Grenzen, von einem bis zu 12 Monaten.

Sicher steht, daß die Jungen ein und desselben Tieres ausnahmslos untereinander von

demselben Geschlecht sind und daß, wenigstens bei Asplanchna und Hydatina, wahrscheinlich aber auch bei den anderen Formen mit Heterogonie, zwei verschiedene Sorten von Weibchen vorhanden sind, nämlich solche, die parthenogenetisch wieder Weibchen erzeugen (Weibchen-Weibchen), und solche, die parthenogenetisch Männchen erzeugen (Männchen-Weibchen). Nur die Männchen-Weibchen können mit Erfolg befruchtet werden. Die befruchteten Eier aber werden zu Dauereiern, die Befruchtung ist also die Bedingung zur Bildung von Dauereiern. Bei dieser Sachlage sind die Rädertiere vielleicht besonders geeignet, mit zur Lösung der in den letzten Jahren so viel erörterten Frage nach der Geschlechtsbestimmung beizutragen, und tatsächlich werden denn auch diese Tiere vielfach daraufhin gezüchtet.

Verfolgen wir einmal die Generationen eines Zyklus, so treffen wir bei vielen Rädertieren abermals auf eine wunderbare Erscheinung: die Einzeltiere späterer Generationen unterscheiden sich oft nicht unwesentlich von den früheren, z. B. in der Form ihres Körpers, in der Größe und Zahl etwa vorhandener Vorsprünge oder Stacheln und Schwebefortsätze am Panzer usw. Noch spätere Generationen kehrten dann wieder zur Ausgangsform zurück. Lange faßt die hierbei zu beobachtende Gesetzmäßigkeit in den Satz zusammen: „Der phylogenetisch ursprüngliche Fortpflanzungsmodus reproduziert auch den phylogenetisch ursprünglich morphologischen Zustand. Indem die erste Generation während der nachfolgenden Parthenogenese allmählich oder sprungweise wieder in anders gestaltete Formen übergeht, entsteht im Zusammenhang mit dem sexuellen Zyklus ein morphologischer. Lautenborn hat für die Erscheinung, daß eine Art ihre Gestalt in zyklischem Rhythmus wechselt, den glücklichen Ausdruck Zyklomorphose geprägt.“ Sachse hat überdies nachgewiesen, daß aus den Dauereiern immer nur die typischen Formen hervorzugehen scheinen. Es ist begreiflich, daß bei einer derartigen Veränderungsmöglichkeit der Form bei der gleichen Art vielfach solche abweichende Tiere als besondere Arten beschrieben worden sind, bis man erkannt hat, daß sie in die Zyklomorphose einer vielleicht schon längst bekannten Art gehören. Dieffenbach konnte durch Versuche nachweisen, daß eine der Hauptursachen für solche Veränderungen die Menge der Nahrung ist, die bei den im freien Wasser lebenden Rädertieren aus den kleinsten Planktonorganismen („Zentrifugenplankton“) besteht und mit Hilfe des Räderapparates herbeigestrudelt wird. Übrigens nähren sich auch die „Erdrotatorien“ von ähnlichen winzigen Lebewesen und deren Resten und führen sie durch das Spiel der Wimperchen dem Munde zu.

Wir teilen die Rotiferen, von denen viele Arten kosmopolitisch über die ganze Erde verbreitet sind, nach dem Vorhandensein eines doppelten oder einfachen Eierstockes in zwei Unterklassen, die Digononta und die Monogononta. Früher hatte man die weite geographische Verbreitung unserer Tiere auf die Fähigkeit zurückgeführt, daß sie eintrocknen und dann vom Winde überallhin verschlagen werden können, doch dürften die Dauereier noch mehr für das Verschlepptwerden geeignet sein. Allerdings ist es richtig, zwischen den Flechten und dem Moose auf Dächern und im Sande der Dachrinnen sind Rädertiere zu finden, und sie scheinen fast überall fortzukommen. Ehrenberg traf dieselben Arten in Moos von Potsdam und Berlin wie in solchem von den Zedern des Libanon, und dieselben Callidinenarten scheinen ganz Europa, Nordamerika und Neuseeland zu bewohnen. Schmarda fand Rädertiere in dem salzreichen Wasser des Teiches el Kab in Oberägypten und auf den Höhen der Kordilleren, Ehrenberg wies sie (Philodina roseola) im Schnee der Alpenspitzen nach, wo sie von besonderen Algen leben, und in Erdproben, welche die Gebrüder Schlagintweit im Himalaja in einer Höhe von 18000 Fuß gesammelt hatten, und Joseph entdeckte neun Arten in den Höhlen Krains.

Erste Unterklasse:

Digononta.

Erste Ordnung:

Egelartige Rotatorien (Bdelloidea).

Die Ordnung verdankt ihren Namen Bdelloidea d. i. „Egelartige", einer besonderen Art der Fortbewegung. Ihre Angehörigen vermögen nämlich nicht nur mit Hilfe ihrer Wimperrädchen frei zu schwimmen, sondern sie können auch auf einer festen Unterlage nach Art der Egel und Spannerraupen kriechen, indem sie dabei ihr Vorderende mit zum Anheften benutzen. Männchen sind nicht bekannt.

Zur Familie der Weichrädertierchen oder Philodinidae gehören außer unserem Rüsselrädchen, Rotifer vulgaris *Schrank* (Abb., S 239), noch viele andere Arten, die alle wesentlichen Merkmale mit jenem teilen, den langgestreckten, durch Querringelung scheinbar gegliederten Körper, einen Rüsseltaster und einen zweilappigen Räderapparat. So ist z. B. Philodina roseola *Ehrbg.* eine sehr häufige Vertreterin ihrer Gattung. Von ihr unterscheiden sich die zahlreichen Arten der Gattung Callidina durch das Fehlen der Augen und eine recht merkwürdige Lebensweise, indem sie zumeist Laub- und Lebermoose zum Aufenthaltsort gewählt haben. Die betreffenden Moose, meist aus der Familie der Jungermanniazeen, und zwar zu den Gattungen Frullania, Lejeunia und Jungermannia gehörig, finden sich bei uns auf der Rinde von Eichen und Buchen, in den Tropen auf Baumborke, und tragen unter den in zwei Reihen angeordneten Blättchen kappen- oder sackförmige Gebilde, in denen sich, noch durch besondere zerschlitzte Schuppen festgehalten, das Regenwasser ansammelt und lange Zeit erhält. In diesen Wasserbehältern leben nun jeweils bestimmte Rotatorienarten, z. B. bei Frullania dilatata die Callidina symbiotica *Zel.* Wir haben es dabei mit einer echten Symbiose zu tun, denn die Pflanze liefert dem Tiere die Wohnung, wobei dieses sich von den durch den Regen mit hineingeschwemmten kleinsten Lebewesen nährt und seinerseits durch seinen Stoffwechsel die Pflanze mit einem flüssigen Dünger versieht, aus dem diese Nährstoffe zieht. Bei einigen brasilianischen Moosarten ist die Form dieser Säcke sogar der Gestalt der betreffenden Rädertiere aufs genaueste angepaßt. Im Gegensatz zu ihren Gattungsgenossen ist Callidina parasitica *Ehrbg.* ein Schmarotzer, der ektoparasitisch an dem Flohkrebs, Gammarus pulex, und an Insektenlarven im Süßwasser lebt.

Der vorigen Familie verwandt, jedoch ohne Räderorgan und dafür mit einer größeren auf der Bauchseite des Vorderendes gelegenen Wimperplatte versehen, ist die Familie der Adinetidae, deren Arten teilweise auch in Moosen verbreitet sind, teilweise im Süßwasser leben. Adineta vaga *Davenport* findet sich in Mooren, in Sphagnum- und anderen Moospolstern.

Zweite Ordnung:

Kopftragende Rotatorien (Cephaloidiphora).

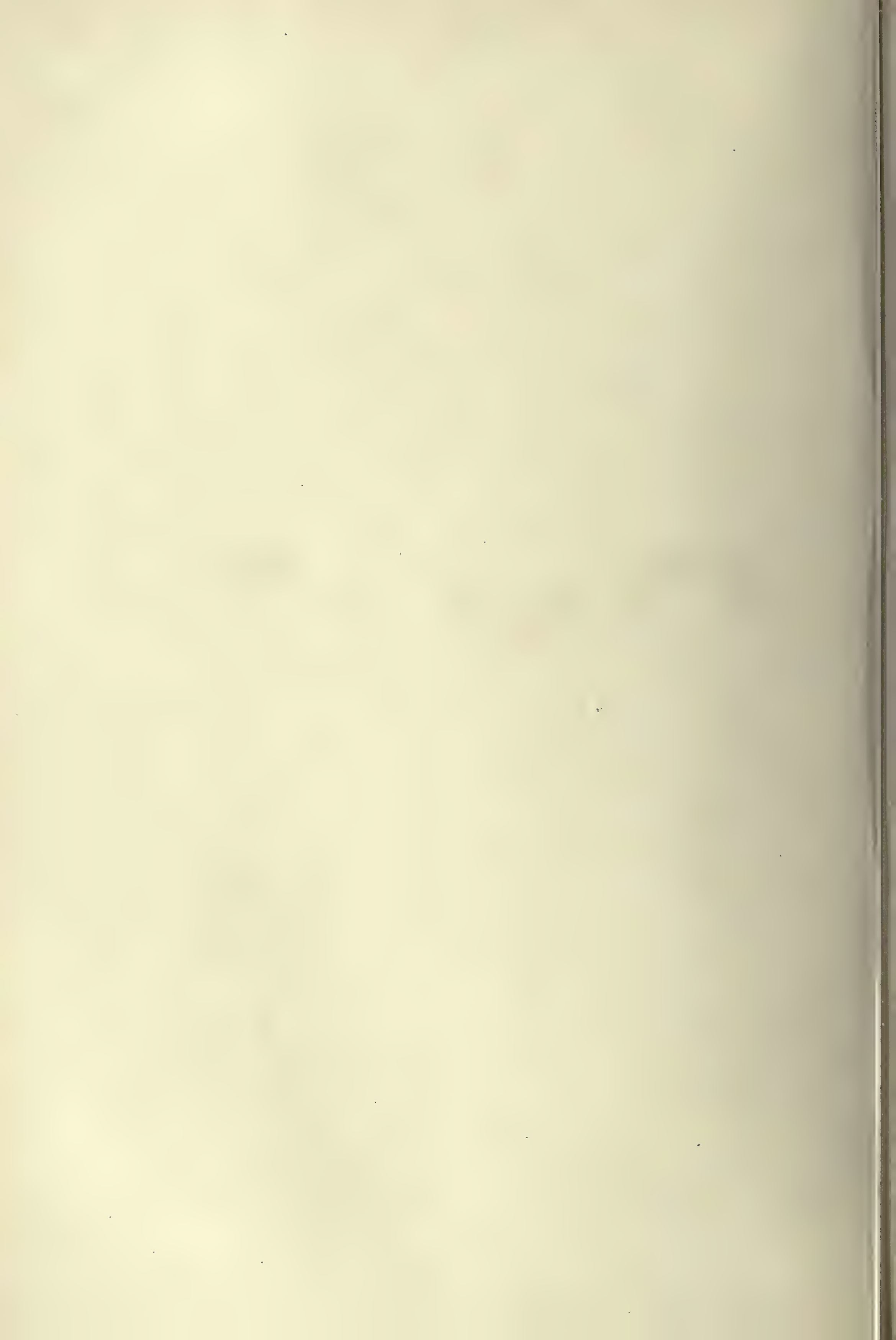
Wir kommen nun zu ein paar meerbewohnenden Rotatorien, die wegen ihres besonders abgesetzten vordersten Körperabschnittes in der Ordnung der Cephaloidiphora vereinigt werden. Bei den Angehörigen der Familie der Seisonidae ist der Räderapparat



Süßwasser-Rädertierchen.

Etwa 30fach vergrößert.

1. Melicerta ringens *L.* — 2. Schild-Rädertier, Noteus quadricornis *Ehrbg.* — 3. Blumentierchen, Floscularia ornata *Ehrbg.*



rückgebildet oder er fehlt ganz. Die Männchen sind, abgesehen von den Fortpflanzungsorganen, nicht von den Weibchen unterschieden. Seison grubei *Claus* aus dem Meere bei Triest und Paraseison asplanchnus *Plate* von Neapel leben ektoparasitisch auf einem zu den Leptostraken gehörenden Krebschen Nebalia.

Zweite Unterklasse:
Monogononta.

Dritte Ordnung:
Wurzellappige Rotatorien (Rhizota).

Auf der beigehefteten Tafel sehen wir unten rechts an einem der grünen Algenfäden ein durchsichtiges Rädertier, das statt des Räderorgans am Vorderende fünf Zipfel trägt, auf denen sehr lange, unbewegliche Zilien sitzen. Das Geschmückte Blumentierchen, Floscularia ornata *Ehrbg.*, heißt diese Form, die zur Familie der Floscularidae, der ersten der Ordnung Rhizota, gehört. Wie fast alle Verwandten lebt das Blumentierchen in einer Schleimhülle, in die es sich bei Gefahr zurückziehen kann. Eine ebenso anmutige Form ist Stephanoceros fimbriatus *Goldfuß*, dessen Vorderende in fünf lange Arme ausgezogen ist, die in ihrer ganzen Länge mit parallel stehenden kurzen Wimperbüscheln besetzt sind.

Eine andere Familie ist die der Melicertidae, die auch meist in Gehäusen leben und ein ziemlich großes kreis- oder nierenförmiges Räderorgan besitzen, das auch als zwei- bis vierlappige, stark nach der Rückenseite geneigte Fläche erscheinen kann. Das Kugeltierchen, Conochilus volvox *Ehrbg.*, lebt in kugeligen, freischwimmenden Kolonien, in denen 60—100 Individuen durch eine einheitliche Gallertmasse zusammengehalten werden. Eine große nierenförmige Krone besitzt Megalotrocha alboflavicans *Ehrbg.*, die ebenfalls in kugeligen, aber festsitzenden Kolonien auftritt. Dasselbe ist der Fall bei Lacinularia socialis *Ehrbg.*, deren Kolonien sich an Wasserpflanzen finden. Oecistes pilula *Wills* bedeckt ihr Gallertgehäuse mit ihren eiförmigen Fäcesklumpen, und die auf der Tafel in mehreren Exemplaren abgebildete Melicerta ringens *L.* verwendet ihre Kotballen in gleicher Weise, drechselt sie aber vorher mit Hilfe eines „Pillenorgan" genannten, drüsigen Grübchens kugelrund. Man findet diese Art einzeln oder in verästelten Kolonien in Teichen, Tümpeln und Altwässern. Neben den beiden Tieren oben links ist auf der Tafel das kleine, freischwimmende Männchen abgebildet.

Vierte Ordnung:
Freischwimmende Rotatorien (Ploima).

Zu dieser Ordnung gehören zahlreiche, meist kleinere Rotatorien, die teils ungepanzert (Illoricata), teils gepanzert (Loricata) sind.

1. Unterordnung: Ungepanzerte (Illoricata).

Zu den reizvollsten Süßwasser-Mikroorganismen gehören die Arten der Gattung Asplanchna aus der Familie der Asplanchnidae, deren fußloser, sackförmiger Körper, z. B. bei Asplanchna priodonta *Gosse*, glasklar ist, so daß sich hier wie kaum bei einem anderen

Rotator die inneren Organe im Leben beobachten lassen. Eine andere, ebenso wie die vorige im freien Wasser lebende und sich von kleinen Tieren nährende Art ist Asplanchna brightwelli *Gosse*, von der sich Asplanchna sieboldi *Leydig* (s. Tafel „Würmer", 2, bei S. 228) durch den Besitz sonderbarer flügelartiger Körperfortsätze, die auch eingezogen werden können, unterscheidet.

Durch borsten- oder blattförmige Anhänge, die ebenso zum Springen wie zur Erhöhung der Schwebefähigkeit dienen, sind die Thriarthridae ausgezeichnet. Thriarthra longiseta *Ehrbg.* besitzt drei feingezähnelte lange Dornen, Polyarthra platyptera *Ehrbg.* dagegen zwölf kürzere, schwertförmige. Beide Arten finden sich in Seen, Teichen und Mooren.

Besonders in stehenden und pflanzenreichen Gewässern leben die Arten der Familie der Kristallfischchen oder Hydatinidae, so Hydatina senta *Ehrbg.*, deren Räderorgan nur schwach entwickelt ist, und deren Männchen den Weibchen ähneln.

Teils schmarotzend, teils frei leben die zahlreichen Arten der Familie der Rückenaugen oder Notommatidae, so Drilophaga bucephalus *Vejdovsky* mit einem hornartigen, spitz ausgezogenen Kopffortsatz an Lumbriculus variegatus, Albertia vermiculus *Duj.* in der Leibeshöhle des Regenwurms oder im Darm verschiedener Nacktschnecken, Albertia naidis *Bousfield* in Nais elinguis, Proales parasita *Ehrbg.* mit Männchen und Dauereiern in der Kugelalge Volvox, Proales petromyzon *Ehrbg.* (Notommata) ebenfalls in Volvox-Kugeln oder zwischen den Kolonien der Infusorien Epistylis und Carchesium. Die etwa 13 Arten der Gattung Notommata selbst, so Notommata aurita *Müll.*, leben frei und fallen durch ihr verhältnismäßig großes, dunkles Auge auf.

2. Unterordnung: **Gepanzerte (Loricata).**

Zu den in Flüssen, Seen und Teichen häufigsten, meist zwischen Wasserpflanzen anzutreffenden Rädertieren gehören die Wappentierchen oder Brachionidae, so genannt nach der Gestalt ihres starken Rückenpanzers, der am Vorder- und Hinterrande Dornen zu tragen pflegt. Der ziemlich lange, öfters gegliederte Fuß kann eingezogen werden. Auf der Farbentafel sehen wir links unten ein Schildrädertier, Noteus quadricornis *Ehrbg.*, frei schwimmen, während rechts in der Mitte ein solches spannerartig an einem Algenfaden kriecht. Zu dieser Familie gehören auch die Arten der Gattung Brachionus, z. B. der im freien Wasser klarer Teiche massenhaft vorkommende Brachionus pala *Ehrbg.* Nahe verwandt, unterschieden durch den fehlenden Fuß, sind die Arten der Familie der Fußlosen oder Anuraeidae, von denen Anuraea aculeata *Ehrbg.* sehr häufig ist, ebenso wie das überall gemeine Löffeltierchen, Anuraea cochlearis *Gosse*, das seinen Namen der Form des hinten in einen stielartigen Fortsatz auslaufenden Rückenpanzers verdankt.

Fünfte Ordnung:

Sprungbeinige Rotatorien (Scirtopoda).

Die Angehörigen der kleinen Ordnung der Scirtopoda besitzen sechs lange, armartige, mit starker Muskulatur versehene Körperfortsätze, deren Enden noch durch Chitinfortsätze verlängert sind, und die zum Springen, d. h. Abschnellen vom Boden dienen. Das weitverbreitete Pedalion mirum *Hudson* aus der Familie der Pedalidae mag als deren Vertreter genannt sein.

Anhangsweise sei noch auf ein Rädertier aufmerksam gemacht, das durch seinen Körperbau gegenüber allen anderen eine besondere Stellung einnimmt und gerade deshalb für die Erörterungen über Abstammung und Verwandtschaft der ganzen Klasse wichtig ist. Semper fand auf den Philippinen in überschwemmten Reisfeldern ein völlig kugeliges Geschöpf, die seither auch in Südchina, Nordost-Australien und in Nordamerika nachgewiesene Trochosphaera aequatorialis *Semper*, die vor allem durch den Besitz eines äquatorialen Wimpergürtels an die in der Einleitung zu den Würmern erwähnte Trochophora-Larve erinnert, mit der sie auch sonst manche Ähnlichkeiten aufweist, obwohl sie im übrigen ein echtes Rädertier ist. Durch sie finden die Rädertiere im System Anschluß an den Kreis der Trochophora-Tiere, wenn sie auch nicht, wie man früher anzunehmen geneigt war, deren unmittelbaren Vorfahren nahestehen. Es herrscht jetzt vielmehr die Überzeugung, daß die Rädertiere Formen darstellen, die in ihrer Entwickelung nicht über den Larvenzustand hinauskommen, vielmehr in der jugendlichen Körperform geschlechtsreif werden. Man hat diese Erscheinung, die auch noch bei einigen anderen Tiergruppen wiederkehrt, mit dem Namen „Neotenie" belegt.


Pedalion mirum *Hudson*. Nach Hudson und Gosse, „The Rotifera". London 1889—90.

Anhang: Bauchhärlinge (Gastrotricha).

Am besten läßt sich an die Rädertiere eine wenig zahlreiche Gesellschaft kleiner Geschöpfe anschließen, deren umfassendste Untersuchung wir Zelinka und in neuerer Zeit Voigt und Lauterborn verdanken. Es sind dies die Bauchhärlinge oder Gastrotricha. Diese Tiere sind von abgeflachter flaschen- bis wurmförmiger Gestalt und haben auf der Bauchseite quer verlaufende, zu zwei Längsbändern angeordnete Reihen von Wimperchen. Auf dem Rücken tragen sie Hornschüppchen oder Borsten und in der Nähe des Mundes verlängerte Wimpern. Sie schwimmen bald stetig gleitend oder springend umher, bald kriechen sie am Boden, bald bleiben sie ruhig vor Anker liegen und strudeln sich mit ihrem Wimperkleide die Nahrung zu. Diese besteht aus kleinen tierischen oder pflanzlichen Lebewesen, doch werden gelegentlich auch ziemlich große Infusorien gefangen und durch schlagende Bewegung des Kopfes zerstoßen. Meist wird die Beute hastig mit bedeutenden Mengen Wasser verschluckt. Während nun die Flüssigkeit rasch den Vorderdarm bis zum Enddarm hinabstürzt, werden alle festen Teile durch eine Art Reusenapparat im Mitteldarm zurückgehalten und wandern in dem Maße, wie sie verdaut werden, langsam oder bisweilen mit ruckweiser Bewegung dem After zu. Die Ausscheidung besorgen zwei geknäuelte Wassergefäße. Das über dem Schlund liegende Gehirn sendet zwei Längsnerven nach hinten; von Sinnesorganen kennt man Tastorgane, bei einigen auch einfache Augen. Ob die Bauchhärlinge Zwitter oder getrennten Geschlechtes sind, ist zur Zeit noch unbekannt, da es bisher nur geglückt ist, die weiblichen Fortpflanzungsorgane mit Sicherheit nachzuweisen. Man hat allerdings eine unter dem Enddarm gelegene Drüse als männliche Keimdrüse deuten wollen, allgemeine Anerkennung hat jedoch diese Ansicht nicht gefunden. Die Individuen, die ihre Eier ablegen

wollen, suchen in Algenbündelchen oder leeren Schalen von Muschelkrebschen geeignete Verstecke dafür. Im Winter wie im Sommer hat man nur Dauereier beobachtet, und diese haben auf ihrer Schale allerlei Ankerapparate, Stacheln, mit Widerhaken versehene Säulchen und Pyramiden, durch die sie fest verankert werden können.



Chaetonotus hystrix *Metschnikoff*. Stark vergrößert. a Mund, b Darm, c Tastborsten.

Für die Systematik sind die Gestalt des Kopfes und des Hinterendes und deren Bewehrung mit Borsten sowie die Form und die Stellung der Schuppen von Wichtigkeit. Ichthydium podura *Müll.* aus der Familie der Ichthydiidae, die am Hinterende einen mit Klebdrüsen versehenen Gabelschwanz tragen, hat eine nackte Haut, während Lepidoderma squamatum *Duj.* aus der gleichen Familie mit glatten Schuppen bedeckt ist. Den Angehörigen der Familie der Chaetonotidae kommt ebenfalls ein Gabelschwanz zu, außerdem aber ein Hautbesatz von Stachelschuppen. Die Gattung Chaetonotus umfaßt gegen 24 Arten, von denen Chaetonotus hystrix *Metschnikoff* und der überall häufige Ch. larus *Müll.* genannt seien. Der Gabelschwanz fehlt den Dasydytidae, deren Gattung Dasydytes jederseits segmental angeordnete Bündel von langen Borstenstacheln trägt. Bei Dasydytes ornatus *Voigt* finden sich am Rumpf jederseits sechs solcher Gruppen von 3—5 Stacheln.

Kinorhyncha.

Obwohl die Kinorhyncha verwandtschaftlich mit den vorigen kaum etwas zu tun haben, wollen wir doch gleich hier dieser kleinen Gruppe Erwähnung tun, die nur im Meere anzutreffen ist, wo die Tierchen mit Hilfe eines bestachelten, rüsselartigen, einziehbaren Vorderendes auf Algen und im Schlamm umherkriechen. Ihre Haut ist chitinig und in Ringe gegliedert. Am Hinterende ragen meist zwei lange Borsten hervor. Die endständige Mundöffnung führt durch einen muskulösen Schlund in den geraden Darm, der hinten ausmündet. Von einem mit Nervenzellen bedeckten nervösen Schlundring geht ein Bauchstrang aus, der den Ringeln entsprechende Ganglien enthält. Einfache Augen und Tastorgane sind vorhanden. Die Ausscheidung übernehmen zwei blindgeschlossene, innen mit Wimpern ausgekleidete Kanäle, die auf dem Rücken ausmünden. Die Kinorhynchen, die alle zu der einen Familie der Echinoderidae gehören, sind getrennt geschlechtlich und besitzen paarige Keimdrüsen. In der Nordsee lebt Echinoderes setigera *Graff*, ebenda und im Mittelmeer findet sich E. dujardini *Clap.*

Dritte Klasse:

Fadenwürmer (Nematodes).

Zahlreiche Arten der Fadenwürmer (Nematodes) führen ein Schmarotzerleben, meist in Tieren, einige aber auch in Pflanzen, doch gibt es daneben massenhaft freilebende Formen in feuchter Erde, im Süßwasser, vor allem aber im Meer, der großen Mutter alles Lebens. Die Fadenwürmer sind mit ganz wenigen Ausnahmen langgestreckt, zuweilen hundertfach länger als dick und immer von kreisförmigem Querschnitt, weshalb sie auch als „Rundwürmer" oder „Spulwürmer" bezeichnet werden. Ihre äußere Bedeckung besteht aus einer hornartig festen, glatten oder geringelten, zuweilen bestachelten Haut, die als Erzeugnis einer unter ihr liegenden weichen Schicht, der „Subkutikula", betrachtet wird. Diese Unterschicht erhebt sich nach innen zu in Form von vier Leisten oder Bändern: je einem an jeder Körperseite, den beiden „Seitenfeldern", und zwei um vieles schmäleren, oft kaum angedeuteten in den Mittellinien des Rückens und Bauches. Zwischen den Längsfeldern liegt an der Körperwand in vier breiten Strängen die Muskulatur, aus lauter längsgerichteten Zellen bestehend, so daß den Tieren zwar ein Schlängeln ihres Leibes, nicht aber eine Verengerung ihres Querschnittes und daraus folgende Verlängerung, wie bei den Plattwürmern, möglich ist.

Genau am Vorderende liegt der Mund. Er führt durch eine seichte, oft mit spitzen Zähnen, beweglichen Haken, wohl auch mit ausstülpbaren Stacheln oder Röhrchen versehene Mundhöhle in den muskulösen „Schlund", der durch abwechselndes Erweitern und Verengen seines Hohlraumes die flüssige Nahrung aufsaugt und in den aus großen Zellen in einfacher Schicht gebildeten Darm weiterbefördert. Zwischen Schlund und Darm befindet sich häufig eine rundliche, innen mit Klappventilen versehene Anschwellung zur Unterstützung des Saugens. Der After liegt am Ende des Leibes oder auf der Bauchseite kurz vor ihm. Um den Schlund herum, meist nahe seinem Hinterende, ist das zentrale Nervensystem gelegen: starke Gruppen von Ganglienzellen an beiden Seiten, schwächere an Bauch- und Rückenseite, die durch faserige Stränge miteinander, besonders aber mit einer den ganzen Schlund umgreifenden, mächtigen Ringbahn verbunden sind. Von dieser letzteren entspringt an der Bauchseite mit doppelter Wurzel der Hauptlängsnerv des Leibes, der, in das untere Längsfeld eingebettet, bis zum Schwanz verläuft, ein ähnlicher, schwächerer, bei freilebenden Formen anscheinend fehlender, in der Rückenlinie. Nach vorn zu gehen sechs Nervenbündel an sechs den Mund umstehende, haar- oder papillenförmige Sinnesorgane. Ähnliche, vermutlich dem chemischen oder dem Tastsinn dienende Gebilde finden sich in größerer oder geringerer Menge über den Leib zerstreut, bei freilebenden Formen mehr als bei parasitischen. Als Exkretionsorgan dient freien Arten eine einzige, keulenförmige Zelle, die an der Bauchfläche des Halses nach außen mündet. Bei Parasiten wächst diese Zelle zu riesenhafter Größe heran, gabelt sich und zieht beiderseits in den Seitenfeldern bis ans Hinterende.

Die Spulwürmer sind fast immer getrennten Geschlechts. Beim Männchen liegt zwischen Darm und Leibeswand ein einfacher, oft stark gewundener Hodenschlauch, der mit dem kurzen Enddarm zusammen nach außen mündet. Aus der gemeinschaftlichen Öffnung können oft harte, spitzige Gebilde, „Spikula" genannt, hervorgetrieben und bei der Begattung in die Geschlechtsöffnung des Weibchens eingeführt werden. Haftorgane von mancherlei Art und zahlreiche, die Bauchfläche des männlichen Hinterleibes bedeckende Sinnespapillen

vermitteln die Begattung. Das Geschlechtsorgan des Weibchens ist in der Regel gespalten, dergestalt, daß sich an die kurze, irgendwo an der Bauchfläche mündende Scheide zwei nebeneinander (z. B. bei Ascaris) oder aber nach vorn und nach hinten (Ancylostoma) verlaufende Eileiter schließen, die in die beiden schlauchförmigen Keimfächer übergehen. Die Eier der Nematoden sind in der Wissenschaft berühmt. Durch ihre Kleinheit und Durchsichtigkeit zu mikroskopischen Studien hervorragend geeignet, gehören sie zu den ersten, an denen die feineren Vorgänge der Reifung, Befruchtung und Teilung verfolgt werden konnten. Oft werden sie von den Weibchen in vorgeschrittenem Stadium der Entwickelung zur Welt gebracht; einige Parasiten, z. B. die Trichinen, sind sogar „lebendig gebärend“. Aus den jungen Larven entwickeln sich die freilebenden und viele schmarotzende Arten direkt und ohne besondere Metamorphose. Bei manchen Parasiten aber wechselt eine zweigeschlechtliche Generation mit einer abweichend gestalteten zwitterigen („Heterogonie“).

Die Systematik der zahllosen Arten freilebender Fadenwürmer ist noch recht wenig geklärt. Meist handelt es sich um winzige, nur ein paar Millimeter lange Würmchen, die in Süß- oder Salzwasser, im Schlamm der Sümpfe und Küsten, in feuchter Erde und Moosrasen ein unauffälliges Dasein führen. Doch erreichen marine Formen, z. B. die scharenweise den schwarzen, übelriechenden Schlamm der Häfen bevölkernden Arten der Gattung Oncholaimus *Duj.*, eine Länge von 1—2 cm, und Cylicolaimus magnus *Villot*, der wie das Lanzettfischchen den Ufersand des Posilipo bei Neapel bewohnt, wird sogar über 3 cm lang.

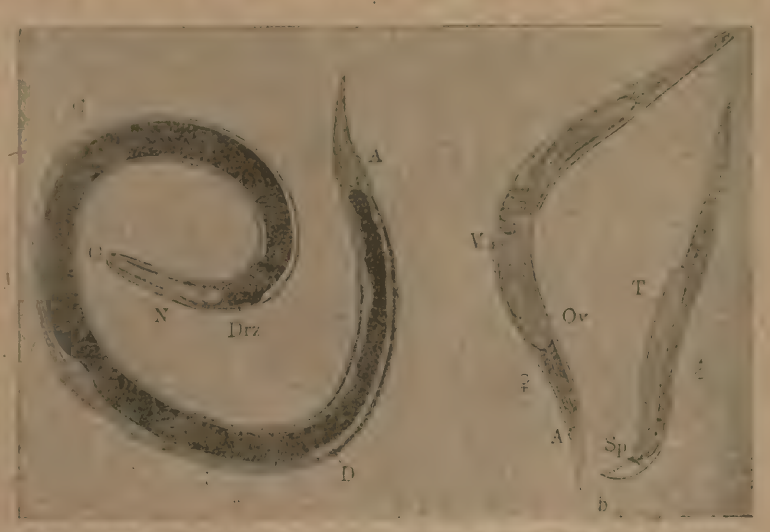
Die Sinnesorgane der Haut pflegen stark entwickelt zu sein, oft so sehr, daß die Würmer, besonders im vorderen Körperabschnitt, geradezu borstig erscheinen. Bei nahezu allen ist beiderseits eine der seitlich gelegenen Mundpapillen ganz abweichend ausgebildet, vergrößert und aus der Reihe der übrigen herausgerückt: das napf- oder blasenförmige, zuweilen spiralige „Seitenorgan“. Auch Augenflecke finden sich bei marinen Arten.

Die Nahrung der freilebenden Nematoden besteht in allerhand organischem Abfall pflanzlicher oder tierischer Herkunft. In riesiger Menge treten gewisse Arten z. B. auf, wenn man zerschnittene Regenwürmer auf feuchter Gartenerde verfaulen läßt. Nur die großen, im Sande flacher Meeresküsten lebenden Arten der Gattungen Syphonolaimus *de Man* und Anthraconema *zur Strassen*, bei denen der Mund mit einem vorstülpbaren steifen Röhrchen ausgerüstet, der Darm aber ständig von roten bis braunschwarzen Massen erfüllt ist, scheinen, nach zur Strassen, irgendwelche ihren Aufenthaltsort teilende Tiere anzubohren und ihr Blut zu saugen.

Den Übergang von den freilebenden zu den parasitischen Fadenwürmern vermittelt die Familie der Anguillulidae. Ihre meisten Vertreter leben frei im Wasser oder in der Erde, manche aber auch in faulenden oder gärenden Stoffen und wieder andere als Schmarotzer in Tieren oder Pflanzen. Meist von geringer Körpergröße und mehr oder minder vollkommener Durchsichtigkeit, unterscheiden sie sich von der vorigen Gruppe durch das Vorhandensein einer doppelten Anschwellung des Schlundes. Nach Bütschli entwickelt sich eine reiche Fauna der freilebenden Formen dieser Anguilluliden hauptsächlich im Schlamme und sonstigen Grunde der reinen und vorzugsweise der fließenden Gewässer wie auch auf Steinen, Wasserpflanzen usw., in dem grünen Besatze von Algenfäden, der sich hier gebildet hat. „Die in der Erde sich aufhaltenden Arten (z. B. Rhabditis teres *Schneider*) hat man hauptsächlich an den Wurzeln verschiedener Pflanzen zu suchen.“

Wir sehen ferner, wie Lehmboden von diesen Tieren gemieden wird, dagegen mit Sand gemengter Lehm oder reiner Sandboden ihnen sehr zusagt. Die sich parthenogenetisch fortpflanzende Rhabditis schneideri *Bütschli* findet sich in faulenden Pilzen, das Kleister- oder Essigälchen, Anguillula aceti *Ehrbg.*, dagegen in Kleister oder gärendem Essig; namentlich in dem früher gebräuchlichen Wein- oder Bieressig war es häufig, da es in den Gärungspilzen reichliche Nahrung fand.

Die Fortpflanzungsverhältnisse der Anguilluliden sind sehr verschiedenartig. So kennt man durch unbefruchtete Eier, also parthenogenetisch sich vermehrende Formen, andere sind stets zwitterig, wieder andere sind getrenntgeschlechtlich. In diesem Falle sind die Weibchen meist beträchtlich größer als die Männchen und vor jenen durch ein sehr spitz auslaufendes Hinterende ausgezeichnet, etwa wie es die Abbildung b zeigt. Die Männchen besitzen, wie bereits erwähnt wurde, als Begattungsorgane zwei chitinige Dornen, die Spicula. Häufig kommt es auch vor, daß zwitterige und eingeschlechtliche Generationen bei der gleichen Art regelmäßig miteinander abwechseln. Bei der Betrachtung der Rädertiere hatten wir einen ähnlichen Entwickelungsgang als „Heterogonie" kennengelernt. Während nun aber bei den Rotatorien die beiden Generationen in der Lebensweise und im Bau vollkommen übereinstimmen, sind sie bei den Anguilluliden äußerlich und innerlich scharf unterschieden. Die zwitterige, schmarotzende Form wird als Rhabdonema, die freilebende, getrenntgeschlechtliche hingegen als Rhabditis bezeichnet. Einige Beispiele dienen zur Erläuterung. So lebt nach der Entdeckung Leuckarts in der Lunge der Frösche, und nicht selten in großer Menge, ein bis 2 cm lang werdender Wurm, der, was sonst bei Fadenwürmern im ganzen selten vorkommt, zwitterig, und zwar proterandrisch ist: d. h. das Tier bringt zunächst die männlichen und danach die weiblichen Keimzellen zur Reife. Die befruchteten Eier entwickeln sich sofort und es werden zahlreiche Junge zur Welt gebracht, die aus der Lunge des Wirtes in die Speiseröhre und weiter in den Darm gelangen. Mit dem Kote nach außen befördert, entwickeln sie sich hier innerhalb weniger Tage zu einer freilebenden, getrenntgeschlechtlichen, viel kleineren Zwischengeneration. Das ist die in der Abbildung rechts dargestellte Rhabditis-Form. Die Nachkommen dieser Generation erst, die wenig zahlreich sind, etwa 2—3 bei jedem Weibchen, wandern, nachdem sie den mütterlichen Körper ausgefressen und seine Haut



Angiostomum (Rhabdonema) nigrovenosum *Rudolph.* Aus Claus-Grobben „Lehrbuch der Zoologie". a) Schmarotzende (zwitterige) Generation: O Mund, N Nervenring, Drz Drüsenzellen, G Geschlechtsdrüse, D Darm, A After, — b) Freilebende, rhabditisförmige (getrenntgeschlechtliche) Generation: T männliche, Ov weibliche Geschlechtsdrüse, Sp Spicula (in der männlichen Geschlechtsöffnung), V weibliche Geschlechtsöffnung, A After.

gesprengt haben, wieder bei Fröschen durch das Maul in die Lunge ein und werden zur zwitterigen Rhabdonema-Generation.

Durchaus ähnliche Entwickelungsvorgänge entdeckte gleichfalls Leuckart bei zwei anderen Wurmarten, von denen die eine ein besonderes Interesse als Schmarotzer des Menschen hat. In Kotschinchina und Oberitalien zuerst entdeckt, in der Folge aber auch in Ländern mit gemäßigtem und kaltem Klima (Japan, China, Nordamerika, Sibirien) und in den Tropen als verbreitet erkannt, findet sich gelegentlich im Darme des Menschen in allen seinen Abschnitten sowie in den Ausführungsgängen der Leber und der Bauchspeicheldrüse ein zwitteriger Nematode, Strongyloides stercoralis *Bavay* (Rhabdonema strongyloides). Die Tiere sind äußerst fruchtbar und ihre Nachkommenschaft, die Leuckart für eine einzige Ausleerung auf eine Million und darüber schätzt, gelangt nach außen. Diese Würmchen waren von Bavay als Rhabditis stercoralis beschrieben worden. Sie verändern ihre Gestalt nicht, dagegen beginnen die Anlagen der Geschlechtsorgane „frühzeitig zu wachsen, und die Tiere entwickeln sich in etwa 3 Tagen zu voll ausgebildeten Männchen und Weibchen, erstere etwa 0,7 mm lang und an ihrem eingebogenen Hinterkörper kenntlich, letztere etwa 1 mm lang, mit pfriemenförmigem Schwanze und Eiern in ihrem Inneren. Diese Eier, denen der parasitären Form im Aussehen gleichend, aber etwas größer (0,07 zu 0,045 mm), beginnen ihre Entwickelung ebenfalls im Mutterkörper, werden dann (bis auf die letzten, die in den alternden Weibchen zurückbleiben, sich dort zu Larven entwickeln und dabei die Eingeweide ihrer Mutter allmählich auffressen) nach außen abgelegt und verwandeln sich allmählich ... in filariforme Larven" (Looß). Diese können entweder mit dem Essen und Trinken wieder vom Menschen aufgenommen werden oder erwiesenermaßen sich durch die Haut einbohren und auf dem gleichen Wege wie die weiter unten (S. 263) zu besprechende Ancylostoma in den Darm gelangen. Hier entsteht aus ihnen wieder die zwitterige, zuerst als Anguillula intestinalis beschriebene Rhabdonema-Form.

Nicht immer verläuft indessen die Entwickelung in dieser Weise. Die mit dem Kote entleerten Würmchen vermögen sich nämlich auch unmittelbar zu filariformen Larven umzuwandeln und unter Überspringung der Rhabditis-Generation zur schmarotzenden Rhabdonema zu werden. Welche Ursachen die eine oder andere Fortpflanzungsart bedingen, ist einstweilen unbekannt. Ebenso ist die Bedeutung des Wurms als Krankheitserreger noch nicht völlig klargestellt. Die einen glaubten in ihm den Erreger der tropischen Dysenterie (Kotschinchinadiarrhöe) gefunden zu haben, doch hat sich diese Auslegung als unhaltbar erwiesen; andere halten den Schmarotzer für vollkommen harmlos. Sicher ist, daß durch ihn gewisse Störungen hervorgerufen werden.

Die andere heterogone Wurmart heißt Allantonema mirabile *Leuck.* Die zwitterige Form schmarotzt in einem sehr schädlichen Käfer, dem großen Fichtenrüsselkäfer (Hylobius abietis *L.*), leider aber ohne dessen Wohlbefinden wesentlich zu beeinträchtigen. Im ausgebildeten Zustande ist das Tier 3 mm lang, nieren- oder bohnenförmig und in hohem Maße rückgebildet, und seine ziemlich geräumige Leibeshöhle enthält nichts anderes als weibliche Geschlechtsorgane. Die Jungen entwickeln sich im Inneren des elterlichen Körpers zu 0,3 mm langen, schlanken Würmchen und verlassen jenen, um in die Leibeshöhle des Käfers zu gelangen. Ihre Zahl, in der sie nicht zugleich, sondern nach und nach auftreten, mag zwischen 5000 und 6000 sein. Sie ernähren sich zuerst in der Leibeshöhle ihres Wirtes von dessen Säften und, da ihre Mundöffnung unwegsam ist, durch Osmose. Haben sie eine bestimmte Größe erlangt, dann durchbohren sie die Wandung des Mastdarmes, um in diesen und weiter

durch den After nach außen zu treten. Sie verlassen ihren Wirt danach nicht sofort, sondern werden zunächst aus Binnenschmarotzern Außenschmarotzer, indem sie in den Raum zwischen Flügeldecken und Körper einwandern. Hier durchlaufen sie ihre weiteren Larvenstadien, um endlich als geschlechtsreife, getrenntgeschlechtliche Würmer (Rhabditis-Form) den Käfer zu verlassen, sich zu begatten und ziemlich festschalige Eier zu legen, die wieder Rhabditis-artige Larven liefern. Nachdem diese geraume Zeit frei gelebt und, da sie im Besitz einer wohlentwickelten Mundöffnung sind, selbst gefressen haben, scheinen sie in die jüngsten Larven des Rüsselkäfers einzuwandern und in und mit diesen ihre Verwandlung zum zwitterigen Wurm zu durchlaufen.

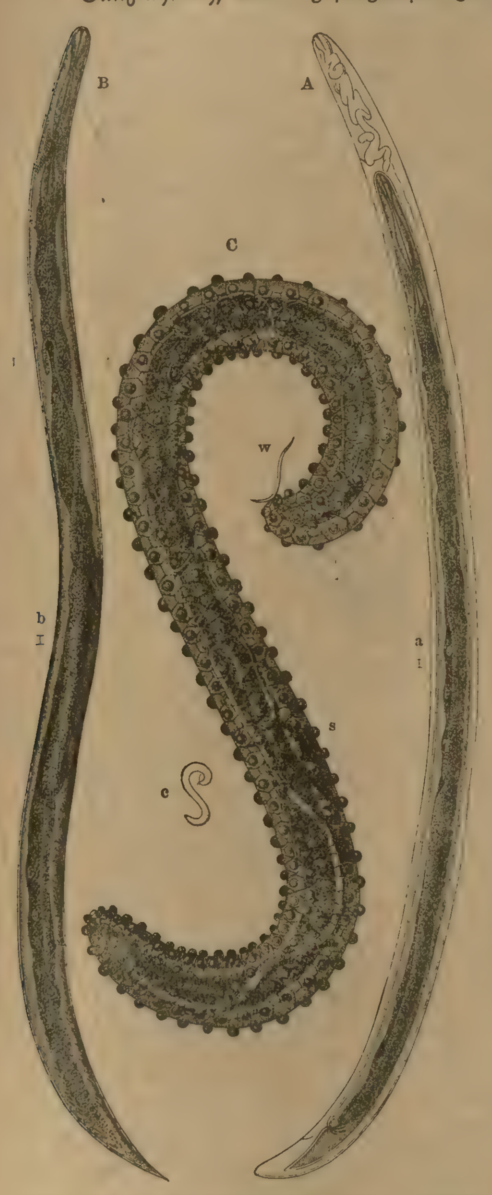
Es besteht wohl kein Zweifel, daß den ursprünglichen, älteren Zustand die getrenntgeschlechtliche und freilebende Form darstellt, und daß die zweite Art der Fortpflanzung erst nach dem Übergang zum Schmarotzerleben erworben wurde. In dieser Hinsicht verdienen die Verhältnisse besondere Beachtung, die wir bei einer anderen Art antreffen. Bei Leptodera appendiculata *Schneider* können mehrere, vielleicht auch unbeschränkt viel Generationen von echten Rhabditis-Formen aufeinanderfolgen. Nun bietet sich aber einem oder dem anderen Tiere die Gelegenheit, in die Gemeine Wegschnecke (Arion empiricorum) einzuwandern und zum Schmarotzer zu werden. Dann gehen Veränderungen mit ihnen vor; es treten gewisse Abwandlungen im Bau und in der Gestalt auf und die Körpergröße wächst gegenüber der freien Generation auf das Doppelte (4 mm). Geschlechtsreif werden diese Tiere (Männchen und Weibchen!) aber erst, nachdem sie ihren Wirt verlassen haben, und sie bringen im Freien wieder Rhabditis-Brut zur Welt. Es liegt also auch hier, wie in den vorigen Fällen, Heterogonie vor, nur mit dem Unterschiede, daß es für die Erhaltung der Art nicht notwendig erscheint, daß zwei verschiedene Generationen umschichtig aufeinanderfolgen. Der Parasitismus ist fakultativ.

In einem früheren Abschnitt war einmal davon die Rede, daß schmarotzende Lebensweise meist eine ungeheure Fruchtbarkeit mit sich bringt. Als Grund war die hohe Vernichtungsziffer angegeben worden und die geringe Wahrscheinlichkeit, daß einer der Nachkommen schließlich wieder in den ihm zusagenden Wirt und zur Fortpflanzung kommt. Hält man sich dies vor Augen, dann lassen sich leicht die eigenartigen Umbildungen verstehen, die wir bei den beiden folgenden Arten begegnen. Das von Leuckart entdeckte Atractonema gibbosum *Leuck.* findet sich in größerer Zahl (bis 50) in der Leibeshöhle von Mückenlarven (Cecidomyia pini *Deg.*), ohne daß diese dadurch besonders geschädigt werden, wenigstens verpuppen sie sich und entwickeln sich sogar, immer noch ihre Schmarotzer bergend, zum geflügelten Insekt. Der ausgebildete Wurm, der als Parasit bloß im weiblichen Geschlecht bekannt ist, entbehrt des Mundes und Afters und erreicht eine Länge von 6 mm. „Seine Form ist sehr ungewöhnlich, indem der schon an sich gedrungene Leib in einiger Entfernung von dem kegelförmigen Schwanzende einen buckelartigen Aufsatz trägt, der, einem mächtigen Bruchsack vergleichbar, der Bauchfläche mit breiter Basis aufsitzt. Im völlig entwickelten Zustande dürfte dieser Buckel an Masse mehr als die Hälfte des gesamten Wurmkörpers ausmachen. Seine Länge beträgt nicht weniger als 0,25 mm, Höhe und Breite 0,11 mm." (Leuckart.)

Die Untersuchung verschieden alter Weibchen hat nun dargetan, daß jener sonderbare Buckel auf einen Vorfall der Scheide zurückzuführen ist, die sich nach außen um- und vorstülpt und von Brut erfüllt ist. Diese gelangt aus dem Muttertier in die Leibeshöhle des Wirtes, durchläuft hier eine kurze Entwickelung, gelangt dann nach außen, wo sie geschlechtsreif wird und in Gestalt männlicher und weiblicher Tiere auftritt. Diese vollziehen die

Begattung, worauf die Männchen zugrunde gehen, die geschwängerten Weibchen aber in die Mückenlarven einwandern, wo ihr Körper die oben beschriebene Umbildung erleidet.

Ganz ähnlich, nur in gesteigertster Form, erscheinen die Entwickelungsverhältnisse bei dem Hummelälchen, Sphaerularia bombi *Dufour*, denn hier übertrifft die vorgefallene und zu einem Schlauche umgestaltete, bis zu 15 mm lange Scheide den eigentlichen Wurm, der um so mehr zurücktritt, je mehr jene sich entwickelt, um das 15000—20000fache! Die außerhalb des Wirtes begatteten Weibchen wandern auch in diesem Falle nach dem Tode der Männchen als gewöhnliche, Rhabditis-ähnliche Würmchen in die Hummeln, aber bloß in vollentwickelte überwinternde Weibchen (Königinnen) ein und erlangen hier ihre sonderbare Gestalt.



Hummelälchen, Sphaerularia bombi *Dufour*. A) Männchen, vergrößert (a seine natürliche Größe); B) freilebendes Weibchen, vergrößert (b seine natürliche Größe); C) trächtiges Weibchen, vergrößert; w der eigentliche Wurm, s die vorgefallene Scheide (c seine natürliche Größe).

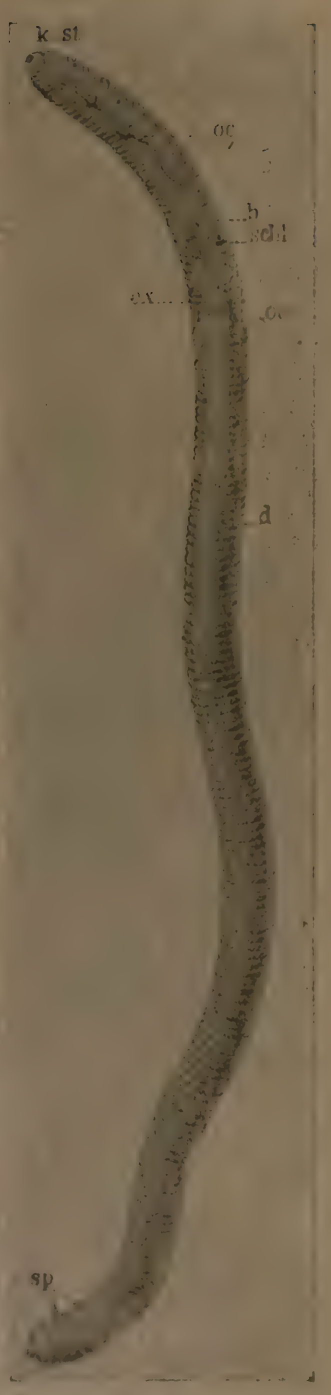
Waren die bisher behandelten Anguilluliden Tierschmarotzer, so gibt es unter ihnen auch einige, die Pflanzenschädlinge sind und dem Ackerbau gelegentlich gefährlich werden können. Das seit 1743 bekannte Weizenälchen, Tylenchus scandens *Schneider* (Anguillula tritici), erzeugt eine eigentümliche Krankheit des Weizens, das sogenannte Gichtigwerden oder den Faulbrand. „In den erkrankten Ähren“, sagt Kühn, „sind die Körner zum Teil oder gänzlich mißgebildet; sie sind kleiner, zugerundet, schwarz und bestehen aus einer dicken, harten Schale, deren Inhalt eine weiße Substanz bildet. Diese Substanz ist von staubartiger Beschaffenheit und geht beim Befeuchten mit Wasser zu feinen Körperchen auseinander, die sich unter dem Mikroskop als Anguillulen ausweisen, auf dieselbe Weise wie andere unter ähnlichen Bedingungen allmählich zum Leben gelangen und sich lebhaft zu bewegen beginnen. Die in dem völlig ausgebildeten kranken Getreidekorn enthaltenen Würmchen sind geschlechtslos. Kommt das Korn in den feuchten Boden, so erweicht und fault es; die darin enthaltenen, vorher eingetrockneten Würmchen aber gelangen durch die Feuchtigkeit zur Lebenstätigkeit, und die erweichte, verfaulte Hülle gestattet ihnen, sich aus ihr zu entfernen und sich im Boden zu verbreiten. Gelangen sie zu einer jungen Weizenpflanze, so kriechen sie an derselben hinauf, halten sich bei trockener

Witterung in den Blattscheiden ohne Bewegung und Lebenszeichen auf, suchen aber bei einfallendem Regen mit dem Emporwachsen des Halmes immer weiter nach oben zu kommen, und gelangen so zu einer Zeit schon in die oberste Blattscheide und somit zu der sich bildenden Ähre, in welcher dieselbe noch in ihrer ersten Entwickelung begriffen ist. Durch die eingedrungenen Würmchen wird nun eine abnorme Entwickelung der Blütenteile in ähnlicher Weise veranlaßt, wie wir die Galläpfel durch Insektenlarven entstehen sehen, es bildet sich aus ihnen ein gerundeter Auswuchs, in dessen Mitte sich die Würmchen befinden. Diese entwickeln sich hier rasch zur normalen Ausbildung. Die Weibchen legen eine große Menge Eier und sterben dann, wie auch die Männchen, bald ab. Währenddem wächst der Auswuchs, bis er zur Zeit der beginnenden Reife des Weizens fast die Größe eines normalen Kornes erreicht hat. Die alte Generation der Anguillulen ist dann schon ausgestorben, aus den Eiern sind die Embryonen längst ausgekrochen und bilden nun als geschlechtslose Larven den staubig faserigen Inhalt des Gallengewächses. Dieses trocknet mit den scheinbar leblosen Würmchen zu dem sogenannten Gicht- oder Radenkorn des Weizens zusammen. Gelangt dasselbe mit den gesunden Weizenkörnern in den feuchten Ackerboden, so wiederholt sich der Kreislauf."

Auch in einigen anderen, wild wachsenden Gräsern rufen Anguillulen ähnliche Veränderungen hervor. Zum Beispiel ist als Ursache der als Kernfäule bezeichneten Krankheit der Weberkarde von Kühn eine Anguillulidenart, Tylenchus dipsaci *Kühn*, erkannt worden. Der Lebenslauf der letzteren scheint durchaus derselbe zu sein wie derjenige des Weizenälchens, derselbe Scheintod der Würmchen in den trockenen Blütenteilen, sofortiges Aufleben bei Befeuchtung. Da nasse Witterung das Aufsteigen der Älchen am Stengel befördert, so erklärt es sich, warum die Kernfäule besonders in nassen Jahren sich ausbreitet.

Von besonderer Wichtigkeit für die Landwirtschaft ist eine den Tylenchen sich nahe anschließende Nematodenform, die Rübennematode, Heterodera schachti *Schmidt*, die ein arger Schädling der Zuckerrüben ist und die Ursache der sogenannten Rübenmüdigkeit wird. Die Lebensgeschichte dieses interessanten Wurmes ist in umfassender Weise von A. Strubell untersucht worden, dessen Darstellung wir hier folgen wollen.

Die beiden Geschlechter des Wurmes sind auffallend verschieden an Gestalt. Die Männchen haben völlig das



Männchen der Rübennematode, Heterodera schachti *Schmidt*. Nach Strubell. Stark vergrößert. k Kopfkappe, st Stachel, oe Anfangsdarm, b Schlundkopf, schl Schlundring, ex Exkretionsgefäß, d Darm, sp Spicula. (Die Ringelung des Körpers ist etwas übertrieben und natürlich nur eine äußere.)

übliche Aussehen der Fadenwürmer, sind schlank, frei beweglich und 0,8—1,2 mm lang. Die Weibchen hingegen sind von der Form einer an beiden Polen ausgezogenen Zitrone, dabei ist aber die Rückenfläche immer stärker gewölbt als die Bauchfläche. Ihre Bewegungsfähigkeit ist auf das Äußerste beschränkt, obwohl noch ein gut entwickelter Muskelapparat vorhanden ist, der aber nach und nach, in dem Maße wie die Eier reifen, verschwindet. Ebenso geht auch der Darm zugrunde, nachdem die Eier in die Leibeshöhle des Weibchens durch Platzen der Gebärmutter gelangt sind. Auf dieser Stufe seiner Entwickelung ist das Weibchen nichts anderes als eine Kapsel für und eine Hülle um die Eier. Die Larven schlüpfen noch im mütterlichen Körper aus und bleiben zunächst als bewegliche kleine Würmchen (0,3—0,4 mm lang) in der Mutterkapsel, sprengen diese indessen nach einiger Zeit, treten nach außen und wandern in die ersten nahe befindlichen Würzelchen ein, mit Vorliebe in die der Zuckerrübe, aber auch in die zahlreicher anderer krautartiger Pflanzen, von denen Kühn nicht weniger als 180 Arten nennt. Die Tierchen haben einen Stachel am Vorderende des Körpers und durchbohren mit dessen Hilfe die Oberhaut der Würzelchen. So gelangen die Larven meist in größerer Zahl in das saftige Binnengewebe der Pflanzen, wobei sie während ihrer Wanderungen dessen zentrale Leitbündel zu vermeiden wissen. Endlich machen sie an einer Stelle dicht unter der Oberhaut halt. Hier verwandeln sie sich nach einer Häutung in eine zweite seßhafte Larvenform ungefähr von Gestalt einer Flasche. Der Leib schwillt zufolge reichlicher Ernährung an, so daß sich die Wurzelepidermis der Pflanze emporwölbt und der junge Wurm wie in einer Kapsel liegt; wahre Gallenbildung seitens der Pflanze findet dabei indessen nicht statt.

Bis jetzt sind an den Larven Geschlechtsunterschiede nicht wahrnehmbar, bald aber lassen sich solche erkennen. Ein Teil der Individuen schwillt immer mehr an, während bei dem anderen die Ernährung und damit das Wachstum unterbrochen wird. Die ersteren zeigen bald die Zitronenform der Weibchen und drücken bei ihrem zunehmenden Leibesumfange auf die Wurzelhaut, so daß diese endlich platzt und das Tier mit seinem Hinterende frei nach außen ragt, später auch, wenn es zur Brutkapsel entartet und von durchscheinend bräunlicher Farbe geworden ist, völlig abfällt.

Die männlichen Larven, die im Wachstum, wie wir sahen, zurückbleiben, häuten sich, indem sie sich zunächst von der früheren Larvenhaut zurückziehen, wieder schmächtig werden und die Gestalt von Fadenwürmern unter Auftreten verschiedener Neubildungen in ihrer Organisation zurückerlangen. Wenn sie fertig ausgebildet sind, durchbohren sie die alte Larvenhaut und die Epidermis der Wurzel mit ihrem Stachel, wandern nach außen und suchen die bewegungslosen Weibchen an ihren Ruhestellen zur Begattung auf. Die ganze Entwickelung vom Ei bis zum geschlechtsreifen Tier richtet sich wesentlich nach äußeren Umständen und wird durch feuchte Wärme beschleunigt, so daß innerhalb eines Jahres durchschnittlich 6—7 Wurmgenerationen angenommen werden können.

Weniger wichtig ist die Familie der Mermitidae. Ihre Angehörigen erreichen im weiblichen Geschlecht eine etwas stattlichere Länge, bis 10,5 cm. Die Männchen dagegen sind kleiner, viel seltener und durch ein verbreitertes Schwanzende ausgezeichnet. Beide Geschlechter sind afterlos. Die Tiere leben im Erdboden, wo sie meist zusammengerollt einzeln oder knäuelweise miteinander verwickelt ruhig liegen, setzen sich aber, wenn dieser befeuchtet wurde, langsam in Bewegung und erscheinen für einige Zeit auf der Erdoberfläche. Besonders im Sommer nach warmem nächtlichen Regen können sie zu Tausenden zum

Vorschein kommen und haben durch ihr plötzliches Auftreten Veranlassung zur Sage vom Wurmregen gegeben (Mermis nigrescens *Duj.*).

Ihre Eier (s. die Abb.) haben ein sehr auffallendes Aussehen, es sind nämlich linsenförmige Kapseln, die an den abgeflachten Seiten quastenförmige Anhänge tragen. Bei Mermis albicans *Sieb.* kriechen aus den im Sommer gelegten Eiern die Larven erst im nächsten Frühjahr aus. Nach kurzem Aufenthalt in der Erde suchen sie Insekten und Insektenlarven auf, in deren Leibeshöhle sie sich einbohren. Sie können im Verhältnis zu ihrer Größe (8 mm) weite Wanderungen machen, bei feuchter Witterung selbst an Bäumen hinaufklettern und sogar in die im Inneren von Birnen und Äpfeln hausenden Raupen des Apfelwicklers (Carpocapsa pomonella *L.*) geraten. Am häufigsten finden sich die jungen Tiere überhaupt in Schmetterlingsraupen, dann besonders in Heuschrecken, aber auch andere Kerbtiere werden von ihnen befallen. Im Wirt bestehen die kleinen Nematoden ihre Verwandlung bis zur Geschlechtsreife, wandern dann aus und begatten sich im Freien, wo auch die Eier abgelegt werden.



Eier und Larve von Mermis. Vergrößert.

Für die Familie der **Filariidae** bildet die ausgesprochene Fadenform des Körpers ein Hauptmerkmal, während die Beschaffenheit des Kopfendes je nach Anwesenheit oder Mangel von Lippen und Knötchen sehr verschiedenartig ist. Die Männchen zeichnen sich durch ein schraubenförmig gewundenes Schwanzende aus. Wir kennen an 40 Arten solcher Filarien aus Säugetieren und Vögeln und wissen vorderhand nur von einigen, daß die Jungen in mikroskopischer Größe durch blutsaugende Insekten, vornehmlich Stechmücken, welche die Zwischenwirte abgeben, in den Endwirt übertragen werden.

Ein hierhergehöriger Schmarotzer des Menschen in tropischen Gegenden ist die geschlechtsreif in den Lymphgefäßen vorkommende Filaria bancrofti *Cobd.*, deren Larven in ungeheurer Zahl in den die menschliche Haut durchziehenden feinen Blutgefäßen gefunden werden und den selbständigen Namen Filaria sanguinis hominis erhalten hatten, bevor man den wahren Sachverhalt kannte. Über die besonders von Manson studierte Erscheinungsweise dieser Blutfilarien schreibt Braun: „Man trifft die Larven bei den Kranken zuerst in Blutproben, die nach Sonnenuntergang entnommen werden; ihre Zahl steigt dann ganz bedeutend bis gegen Mitternacht, um von da ab wieder zu sinken; von Mittag bis zum Abend findet man keine Filarien im Blute der Haut. Die Ursache hierfür kann nicht, wie man vermutete, in einer periodischen Erzeugung von Larven liegen, da man den Zyklus dadurch umkehren kann, daß man die Kranken am Tage schlafen, nachts wachen läßt. Die Erscheinungsweise hängt also mit dem Schlafe zusammen und beruht darauf (v. Linstow), daß während des Schlafes die peripheren Hautgefäße sich etwas erweitern, im wachen Zustande aber verengt sind; dieses verengte Kapillarsystem der Haut können die Filarien nicht passieren, sondern ruhen in den größeren Stämmchen in der Tiefe der Cutis." Diese Larven werden nun mit dem Blute durch Stechmücken aufgenommen, wobei es bemerkenswert ist, daß ihr Erscheinen in der Haut mit der Schwärmzeit der Moskitos zusammenfällt. Sie machen in der Brustmuskulatur der Mücken ihre Verwandlung durch, gehen als etwa 1—1,5 mm lange Würmchen wieder in die Leibeshöhle und von da in den Kopf des Insekts über und werden

schließlich durch den Stich wieder auf den Menschen übertragen. Von den Schicksalen der Larven nach ihrer Überführung in den menschlichen Körper, ihrer weiteren Umbildung bis zur Geschlechtsreife, von Ort und Zeit der Begattung, von ihren Wanderungen fehlt uns zur Zeit noch alle Kenntnis.

Die Ansteckung mit Filaria bancrofti ist nicht unbedingt mit Gesundheitsstörungen verbunden, vielmehr werden die Larven oft nur bei Gelegenheit genauester Untersuchungen im Blute entdeckt. Um so zahlreicher und scheußlicher sind aber die Krankheiten, die durch sie mittelbar hervorgerufen werden können: Schwärenbildung, schwere Erkrankungen der Lymphdrüsen und Lymphbahnen (Lymphangitis, Lymphvaricen, Lymphharnen usw.) und die furchtbaren Anschwellungen gewisser Körperteile, die der Arzt als Elephantiasis der Beine, Arme, der Brust oder der äußeren Geschlechtsteile bezeichnet.

Auch der Loawurm, Filaria loa *Guyot*, ist ein Schmarotzer des Menschen. Dieser bis zu 5 cm lang werdende Wurm bevorzugt als seinen Sitz die Bindehaut des Augapfels, findet sich aber auch an allen möglichen anderen Stellen des Unterhautbindegewebes, besonders an den Armen und Fingern. Seine eigene Haut trägt zahlreiche Höcker, die bei dem deutlich im Auge sichtbaren und dort Bewegungen ausführenden Tiere wie die Stummelfüße eines Ringelwurmes erscheinen. Diese Filarien pflegen nicht ruhig an ihrem einmal eingenommenen Sitz zu verharren, sondern sie wandern oft aus einem Auge über den Nasenrücken in das andere Auge und in andere Teile des Gesichts, so daß die Anschwellungen, die sie erzeugen, ihren Platz oft wechseln, in der Zwischenzeit aber meist schwinden. Der Loawurm ist in seinem Vorkommen auf die Westküste Afrikas beschränkt, wo er nicht nur stellenweise bei den Eingeborenen häufig ist, sondern auch Europäer befällt, und von wo er auch nach Europa und Amerika verschleppt wurde. Auch hier finden sich die Larven am Tage im Blute der Haut, und die Übertragung geschieht sehr wahrscheinlich durch stechende Dipteren.

Im Venensystem des Hundes, namentlich in China und Japan, aber auch in Italien, ist Filaria immitis *Leidy* häufig.

Der berüchtigte Guinea- oder Medina-Wurm, Dracunculus medinensis *Velsch*, die einzige Art der Gattung Dracunculus *Reichard*, wurde früher zur Gattung Filaria gestellt, hat aber mit dieser nichts zu tun, sondern gehört nach zur Strassen in die nächste Verwandtschaft der bei Fischen schmarotzenden Gattung Ichthyonema *Diesing*. Er erreicht, nachdem er im Unterhautbindegewebe des Menschen sich angesiedelt hat, eine Länge von 50—80 cm bei einer Dicke von 0,5—1,7 mm und erzeugt durch seine Anwesenheit bösartige Geschwüre. In den feuchten tropischen und subtropischen Gegenden werden Weiße und Farbige von ihm heimgesucht, doch hat man ihn auch bei Säugetieren, Rind, Pferd, Hund und anderen, beobachtet. Nachdem man ihn in der offenen Wunde hat fassen können, sucht man ihn über ein Röllchen aufzuwinden, ein Verfahren, das mehrere Tage in Anspruch nimmt und, wenn es durch das Zerreißen des Wurmes unterbrochen wird, sehr üble Entzündungen zur Folge haben soll. Diese gefährlichen Schmarotzer sind allesamt weiblichen Geschlechts. Ihr Leib ist fast ganz von dem riesig entwickelten Fruchthalter erfüllt, worin es von Eiern und Embryonen wimmelt. Sonderbarerweise fehlt eine Geschlechtsöffnung: die Embryonen gelangen durch Platzen der mütterlichen Körperwand ins Freie, und zwar, da dieses Platzen bei der Berührung des reifen Wurmes mit Wasser eintritt, in Tümpel und sonstige Gewässer, wo sie, nach Fedschenko, in kleine Süßwasserkrebschen (Cyclops-Arten) einwandern und in diesen zunächst sich häuten. Offenbar gelangen die Larven mit dem

Trinkwasser in den Magen ihres Trägers, von da aus unter ungeheurem Wachstum unter die Haut. Zur Strassen hat durch Vergleichung mit Ichthyonema wahrscheinlich gemacht, daß die jungen Weibchen des Medinawurmes im hinteren Körperdrittel eine Geschlechtsöffnung und Scheide besitzen, die später verschwindet, und daß sie von zugehörigen, vergleichsweise winzigen Männchen befruchtet werden. Leiper scheint diese Männchen, 22 mm lang, im Rumpfe eines künstlich infizierten Affen entdeckt zu haben.

Kein Eingeweidewurm hat seit dem Jahre 1860 so viel von sich reden gemacht wie der gefährlichste von allen, die Trichine, Trichinella spiralis *Owen* (Trichina), die mit einigen anderen Gattungen, darunter dem ebenfalls unter den Schmarotzern des Menschen vertretenen Peitschenwurme, die Familie der Trichotrachelidae bildet. Eine Reihe Trichinenepidemien entrollten wahre Schreckbilder menschlichen Leidens, und das bisher fast unbeachtet gebliebene Tier wurde nun durch die eifrigsten Nachforschungen über seine Natur und Entwickelung und die Art, wie man sich vor ihm schützen könnte, zum genauest bekannten seiner Klasse. Es erschienen mehrere wissenschaftliche Monographien, unter denen wir die von Leuckart und Pagenstecher obenan zu stellen haben, gemeinverständliche Abhandlungen zur Beruhigung und Belehrung der Menge, darunter eine vortreffliche von Virchow, wurden in vielen Tausenden von Abzügen verbreitet, die Regierungen erließen Anordnungen zur Überwachung des Fleischhandels, sogar ein neues Amt, das des „Trichinenbeschauers“, wurde gegründet (in Preußen besteht seit 1877 die gesetzlich vorgeschriebene Fleischbeschau).

Sichere Fälle von dem Vorkommen der Trichinen im Zustande der Einkapselung in den Muskeln des Menschen sind beinahe 100 Jahre alt, und der Name Trichina spiralis wurde ihnen 1835 von dem englischen Naturforscher Owen gegeben. Erst acht Jahre später kam man zur Erkenntnis, daß jene Trichinen die Jugendformen eines Rundwurmes seien. Ihr Vorkommen im Menschen erschien jedoch als eine „Verirrung“; man übertrug auf sie eine Ansicht, die eine Zeitlang auch für andere Eingeweidewürmer des Menschen und der Tiere gegolten, daß sie nämlich auf einer gewissen Stufe ihrer Entwickelung oft den rechten Weg verfehlten, in unrechte Wirte und ihrem weiteren Wachstum nicht zusagende Organe gelangten, darum ausarteten und eingekapselt würden. Daß die Trichinen ihre Kapsel selbst ausschwitzen, erfuhr man dabei. Auch stellte sich später durch eigens zu diesem Zwecke angestellte Versuche heraus, daß sowohl im Darme der Mäuse als in dem der Hunde die mit dem Fleische eingeführten Trichinen ihre Kapsel verließen, wuchsen und in kurzer Zeit geschlechtsreif wurden; ferner ergab sich die für die Ansteckung mit Trichinen wichtigste Tatsache, daß die im Darmkanal des Wohntieres geborenen Trichinen nicht nach außen wandern, sondern die Muskeln des Wirtes heimsuchen. Der erste klare Fall einer tödlich verlaufenden Trichinenkrankheit beim Menschen wurde am 27. Januar 1860 in Dresden bekannt und von Professor Zenker in seiner ganzen Bedeutung gewürdigt; die völlige Aufklärung folgte rasch, leider begünstigt durch eine ganze Reihe von Einzelfällen und schweren Epidemien, die zahlreiche Opfer verlangten. Am meisten berüchtigt sind die von Hettstädt, bei der auf 159 Erkrankungen 28 Todesfälle kamen, und von Hadersleben (1865), wo von den nicht ganz 2000 Einwohnern in kurzer Zeit 337 erkrankten und davon 101 starben. Es wurde bald offenbar, daß die fast ausschließliche Quelle für die Einführung der Würmer in den Menschen das Schwein sei.

Die geschlechtsreifen Trichinen oder die sogenannten Darmtrichinen leben nur im Darme des Menschen und verschiedener Säugetiere und Vögel, und sie vollenden dort ihr

Wachstum, pflanzen sich fort und gehen nach und nach zugrunde. Die Weibchen sind selten wenig länger als 3 mm, die Männchen 1,5 mm lang. Das Wachstum und die Reife gehen im Darmkanal so schnell vor sich, daß die neue Generation schon fünf Tage nach Einführung der alten gefunden wird. Bei beiden Geschlechtern liegt der Mund gerade am Vorderende, von wo aus der Körper bis über die Mitte sich gleichmäßig verdickt, um von da aus gegen das stumpf abgerundete Hinterende wieder etwas schmäler zu werden. Die Öffnung, durch welche die schon im Eihalter auskriechenden Embryonen geboren werden, liegt nicht weit vom Vorderende; das Schwanzende des Männchens ist durch ein Paar zapfenförmige Hervorragungen ausgezeichnet. Die in den Darm des Menschen und gewisser Tiere versetzten Trichinen gehen nie daraus in die Muskeln über, halten sich aber unter gewöhnlichen Verhältnissen fünf Wochen und länger darin auf, und die von jedem Weibchen erzeugte Anzahl von Nachkommen kann auf einige Tausende geschätzt werden. Die reifen Weibchen bohren sich nun in die Darmzotten ein und gelangen schließlich in die Lymphräume. Dort setzen sie ihre Brut in Gestalt kleiner, etwa $^1/_{10}$ mm langer Würmchen ab.



Darmtrichinen: a) Männchen; b) Weibchen. Stark vergr. Nach K. Haubner.

Die junge Brut gelangt in den Lymphstrom und von da in die Blutgefäße, wo sie der Blutstrom in entferntere Körperteile trägt. Teilweise wandern sie wohl auch selbsttätig. Jedenfalls durchbrechen sie schließlich die Wände der Blutkapillaren und dringen in die quergestreifte Muskulatur des Körpers ein. Jedoch gilt allgemein, daß die Einwanderung in die vom Rumpfe entfernteren Teile eine viel geringere ist als in die näheren. Am meisten heimgesucht sind das Zwerchfell, die Kehlkopf-, Zungen- und Kaumuskeln, kurz solche Muskelgruppen, die beim Atmen und Kauen gebraucht und beständig oder fast beständig beschäftigt sind. Man darf annehmen, daß die Bewegung der Muskeln selbst zum Vorwärtskommen der wandernden Trichinen beiträgt.

Mit dem Ende der Wanderschaft beginnt die Periode der Muskeltrichinen. Wir lassen über diese und die damit verbundene Einkapselung Virchow reden. „Wenn eine junge Trichine in eine Muskelfaser hineingekrochen ist, so bewegt sie sich, wie es scheint, in der Regel eine gewisse Strecke fort. Sie durchbricht dabei die feineren Bestandteile des Faserinhaltes und wirkt wahrscheinlich schon dadurch zerstörend auf die innere Zusammensetzung der Faser. Aber es läßt sich auch nicht bezweifeln, daß sie von dem Inhalt derselben selbst Teile in sich aufnimmt. Sie hat Mund, Speiseröhre und Darm; sie wächst im Laufe weniger Wochen um ein Vielfaches; sie muß also Nahrung aufnehmen, und diese kann sie nicht anderswoher beziehen als aus der Umgebung, in der sie sich befindet. Wenn sie auf diese Weise die Muskelsubstanz, den Fleischstoff, unmittelbar angreift, so wirkt sie zugleich reizend auf die umliegenden Teile ... Die zerstörende Wirkung, welche die Trichinen ausüben, gibt sich nun hauptsächlich an dem eigentlichen Fleischstoff, und zwar wesentlich an den Körnchen, Primitivfibrillen und

Scheiben der Muskelfasern kund, denn diese verschwinden im größten Teile der Faser mehr und mehr. Die reizende Wirkung hingegen tritt am meisten an der Hülle und an den Muskelkörperchen hervor, am stärksten an der Stelle, wo das Tier dauernd liegenbleibt. Die Hülle verdickt sich hier allmählich, die Kerne der Muskelkörperchen vermehren sich, die Körperchen selbst vergrößern sich, zwischen ihnen lagert sich eine derbere Substanz ab, und so entsteht nach und nach um das Tier herum eine festere und dichtere Masse, an welcher man noch lange die äußere Hülle und die innere Wucherung unterscheiden kann.

„Je größer das Tier wird, um so mehr rollt es sich ein, indem es Kopf- und Schwanzende einkrümmt und wie eine Uhrfeder spiralförmig zusammengewickelt wird. Diese Vorgänge bilden sich hauptsächlich in der dritten bis fünften Woche nach der Einwanderung aus. Von da an nimmt die Dicke der Kapsel mehr und mehr zu, und zwar verdichtet sich insbesondere der Inhalt, weniger die Hülle. Der mittlere Teil der Kapsel, wo eben das aufgerollte Tier liegt, erscheint bei mäßiger Vergrößerung wie eine helle, kugelige oder eiförmige Masse, in welcher man das Tier deutlich wahrnimmt. Über und unter dieser Stelle finden sich in der Regel zwei Anhänge, welche bei durchfallendem Lichte dunkler, bei auffallendem Lichte weißlich erscheinen und sich allmählich verdünnen, um in einiger Entfernung mit einem abgerundeten oder abgestumpften Ende aufzuhören ...


Muskeltrichinen; oben frisch eingewanderte Tiere, unten ältere Kapseln. Stark vergrößert. Nach K. Haubner.

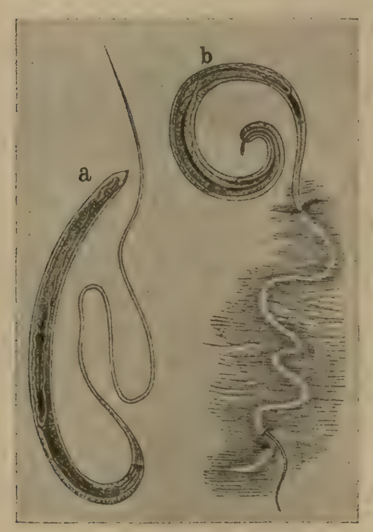
„Über diesen Umwandlungen vergehen Monate, und bei noch längerer Zeit nach der Einwanderung geschehen weitere Veränderungen an den Kapseln. Die gewöhnlichste ist, daß sich Kalksalze ablagern, oder, wie man wohl sagt, daß die Kapseln verkreiden. Nimmt die Kalkmasse sehr zu, so überzieht sie endlich das ganze Tier, und man kann auch unter dem Mikroskop von demselben nichts mehr wahrnehmen, selbst wenn es ganz unversehrt ist. Es steckt dann in einer Kalkschale wie ein Vogelei."

In diesem vollkommenen Zustande der Einkapselung vermag die Trichine, nach Braun, beim Schwein bis 11, beim Menschen 25—31 Jahre lebend und entwickelungsfähig zu verharren, ohne die Fähigkeit zu verlieren, in einen passenden Darmkanal versetzt, sich fortzupflanzen. Menschen und Tiere, welche die stürmische und schmerzhafte Krankheit, von der eine massenhafte Einwanderung von Trichinen begleitet ist, überstanden haben, und bei denen die zerstörten Muskelfasern durch Neubildungen ersetzt sind, haben von den von ihnen beherbergten Gästen keine weiteren Unbilden zu erdulden.

Soll die Muskeltrichine zur Geschlechtsreife gelangen, so ist, womit unsere Darstellung begann, die Versetzung in den Darmkanal des Menschen oder gewisser Tiere notwendig. Nach den bisherigen Beobachtungen und Versuchen tritt diese letzte Entwickelungs- und Lebensperiode in folgenden Tieren ein: Pferd, Schwein, Kaninchen, Hase, Meerschweinchen, Maus, Ratte, Katze, Hund, Igel, Kalb, Uhu, Eichelhäher, Taube, Truthahn, Haushuhn. Diese Liste wird sich wahrscheinlich noch sehr vermehren lassen. Jedoch findet bei keinem Vogel eine Einwanderung der jungen Brut in die Muskeln statt; von den Säugetieren aber sind die dem Menschen regelmäßig zur Nahrung dienenden Kaninchen,

Hasen und Rinder natürlich nur unter ganz besonderen Umständen der Trichinose ausgesetzt und können füglich als eine Quelle der Ansteckung für den Menschen nicht angesehen werden. Alle Welt weiß, daß die Vorsichtsmaßregeln auf das Schwein zu vereinigen sind, für dieses aber sind die Haus- und besonders die Wanderratte, die gelegentlich gefressen werden, die Vermittler der Ansteckung, denn sie sind der gewöhnliche Wirt der Trichinen. Infolge der staatlichen Überwachung des Schlachtviehes ist nun aber die Trichinose bei den Schweinen, wenigstens bei uns in Deutschland, fast ganz zum Schwinden gebracht worden. Es wird jetzt unter 10000 Schweinen höchstens eines trichinös befunden.

Ein gewöhnlich harmloser, wenn auch zur selben Familie wie die Trichine gehöriger Bewohner des Menschen ist der Peitschenwurm, Trichocephalus trichiurus *L.* (dispar), über 3 cm lang. Der vordere Körperteil, der den verhältnismäßig langen Schlund enthält, ist haarförmig und wird in die Schleimhaut meist des Blinddarms eingebohrt, der hintere ist dick, stumpf abgerundet. Der Peitschenwurm ist einer der häufigsten Parasiten des Menschen und über die ganze Erde verbreitet. Die Eier halten sich monatelang, ja 1—2 Jahre im Wasser und in der Erde, wobei die Entwickelung sehr langsam vor sich gehen, auch durch wiederholtes Eintrocknen unterbrochen werden kann. Nach gelungenen Fütterungsversuchen, die Leuckart mit dem Peitschenwurm des Schafes (Trichocephalus affinis *Rudolph*) und des Schweines (T. crenatus *Rudolph*) anstellte, war es höchstwahrscheinlich, daß die Entwickelung auch des Peitschenwurmes des Menschen ohne Zwischenwirt abläuft, was dann von Grassi durch Versuche bestätigt wurde, und so sind alle jene Möglichkeiten zur Infektion da, die auch der reinlichste Mensch nicht völlig vermeidet.



Peitschenwurm, Trichocephalus trichiurus *L.* Nach R. Leuckart aus Claus-Grobben, „Lehrbuch der Zoologie". a) Weibchen, b) Männchen, mit dem Vorderende in die Darmschleimhaut eingesenkt. Vergrößert.

Ein wichtiges Kennzeichen der Familie der Strongylidae ist die napf- oder schirmförmige Krause, die das Hinterende der Männchen umfaßt und oft von rippenartigen Verdickungen gestützt ist (vgl. Abb., S. 264). Die Strongyliden bewohnen vorzugsweise Säugetiere und werden nicht nur im Darme, sondern auch in den Lungen und anderen Organen angetroffen. Ein ziemlich häufiger Gast des Hundedarmes ist Ancylostoma trigonocephalum *Rudolph* (Dochmius), der wie alle Mitglieder der Gattung durch zwei Paar starker, chitiniger Zähne im Inneren einer die vordere Darmöffnung umgebenden Mundkapsel ausgezeichnet ist. Seine Eier entwickeln sich in feuchter Erde binnen wenigen Tagen zu kleinen, kaum 0,5 mm langen Würmchen, deren „ziemlich gedrungener Körper vorn etwas verjüngt und hinten in einen ziemlich langen und schlanken Schwanz ausgezogen ist, dessen Spitze sich in Form eines eignen Anhanges absetzt. Unter einer mehrmaligen Häutung wachsen sie, verlieren aber dann ihre eigentümlichen Schlundzähne und hören damit auf zu fressen und zu wachsen, obwohl sie in dem Schlamme, in dem man sie hält, noch wochen- und monatelang am Leben bleiben." Ihr weiterer Lebenslauf hängt davon ab, daß sie unmittelbar in den Magen und Darm des Hundes gelangen, wo sie unter abermaligen Häutungen ihre bleibende Gestalt und Größe annehmen.

Einer der gefährlichsten Binnenschmarotzer des Menschen gehört gleichfalls zu dieser Familie, es ist das der Haken- oder Grubenwurm, Ancylostoma duodenale *Dubini* (Dochmius), der aus den tropischen und subtropischen Gegenden der Alten und Neuen Welt bekannt ist und seit wenig mehr als 30 Jahren auch in einer größeren Zahl von Bergwerken nördlich der Alpen in Frankreich, Österreich-Ungarn, Deutschland, Belgien und England festen Fuß gefaßt hat. Nach Deutschland ist der Wurm vielfach durch Arbeiter aus Italien, wo er allgemein verbreitet ist, eingeschleppt worden. Im männlichen Geschlecht (in der Abb. auf S 264 links) ist er ungefähr 10 mm, im weiblichen (rechts in der Abb.) bis zu 13 mm lang, im Leben von blaßfleischroter, im Tode von grauer oder weißer Farbe. Das Kopfende ist nur mäßig verschmälert; die Mundkapsel (s. die untenstehende Abb.) ist auffallend groß und mit starken Zähnen ausgerüstet. Am Grunde der äußeren Hakenzähne, denen der Wurm den einen der gebräuchlichen Namen verdankt, und in der Mittellinie der oberen Mundkapselwand münden große einzellige Drüsen (gl. cerv. und gl. ceph.) aus, die ihre Absonderungen in die von dem Tier geschlagenen Wunden entleeren.

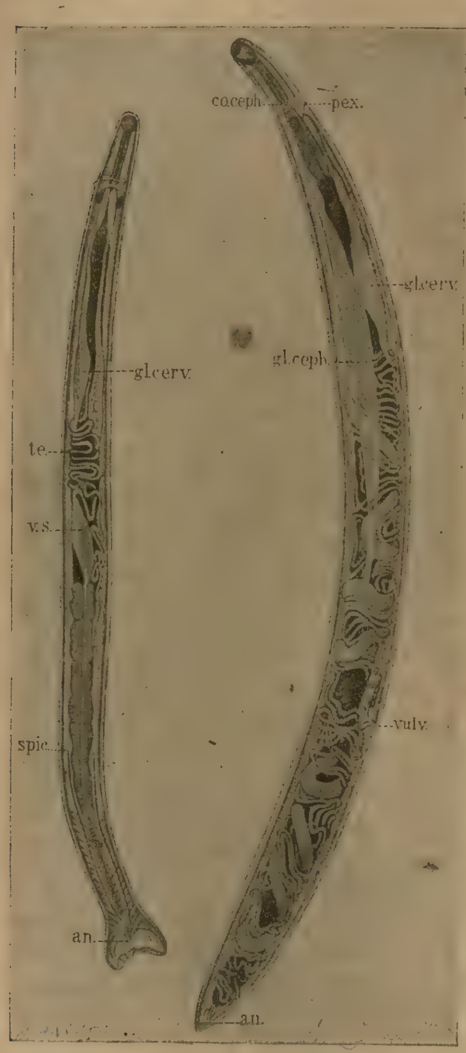


Kopf des Grubenwurms, Ancylostoma duodenale *Dubini*. Nach Looß. Or. oes. Eingang in den Schlund, K. Dr. Mündungen der Kopfdrüsen, in. Z. innere Zähne.

Der Sitz des Grubenwurms ist der Dünndarm des Menschen. Die Mundkapsel des Schmarotzers ist infolge ihrer starken Bewaffnung vorzüglich zum Anschneiden der Darmschleimhaut geeignet. „Die Würmer fressen sich in sie hinein", schreibt Looß, „und treffen sie dabei zufällig auf ein Blutgefäß, so wird dessen Wand ebenfalls korrodiert. Das austretende Blut wird zum Teil aufgenommen, der Rest tritt neben den Würmern aus und gibt die bekannten Blutungen." Blut und Darmschleimhaut bilden danach also die Nahrung des Grubenwurms, und mit Darmblutungen sind die schweren Erkrankungen verbunden, die unter dem Namen der ägyptischen Chlorose, der Tunnelkrankheit, Dochmiose, Ankylostomiasis usw. bekannt sind. Als alleinige Ursache für die schädliche Wirkung des Ankylostoma kann jedoch der Blutverlust nicht in Frage kommen, vielmehr dürften dabei auch die giftigen Absonderungen, die beim Saugen in die Wunde fließen, eine große Rolle spielen.

Die Ansteckung des Menschen kann auf zwei Wegen erfolgen. Die Eier werden von den Weibchen im Darm des Wirtes abgelegt, gelangen mit dem Kote nach außen und entwickeln sich in verschieden langer Zeit zu kleinen Larven. Unentbehrliche Bedingungen hierfür sind Luft, Feuchtigkeit und Wärme. Man hat festgestellt, daß bei uns die günstigste Temperatur 25—30° beträgt, und daraus erklärt sich das eigentümliche Auftreten der Krankheit bei den Arbeitern in großen Tunnels und besonders in Kohlenbergwerken, wo die Temperatur ja ständig hoch zu sein pflegt. Völliges Austrocknen können Eier wie Larven nicht vertragen, die ersteren aber ebensowenig einen langen Aufenthalt im Wasser. Nach zwei Häutungen ist die Larve „reif" zum Einwandern in den Wirt. Durch nicht gereinigte Gemüse, mit schlechtem Trinkwasser oder durch Essen mit beschmutzten Händen wird sie zum Munde und von da in den Darm gebracht. Das ist der eine Weg, namentlich da, wo die Menschen dicht beieinander wohnen, in Menge dieselben Aborte benutzen und auf schlechtes Wasser angewiesen sind. Außerdem aber vermögen die Larven, wie Looß entdeckt und am eigenen

Leibe erfahren hat, sich durch die menschliche Haut unter Benutzung der Poren einzubohren und von dort aus auf höchst verwickelte Weise — über Blutbahn, Lungen, Luftröhre, Kehlkopf und Schlund — nach ihrem Bestimmungsort im Darm zu wandern. Das ist die andere Ansteckungsmöglichkeit, der besonders Ziegelei- und Bergarbeiter ausgesetzt sind.



Ancylostoma duodenale *Dubini*. Nach Looß. Links Männchen vom Rücken, rechts Weibchen von der Seite. an. After, co. ceph. Nervensystem, gl. ceph. Kopfdrüsen, gl. cerv. Halsdrüsen, pex. Exkretionsporus, spic. Spicula, te. männliche Keimdrüsen, v. s. Samenblase, vulv. weibliche Geschlechtsöffnung. (Zu S. 262 und 263.)

Die Arbeiter im Gotthardtunnel hatten ganz außerordentlich unter den von Ancylostoma duodenale erzeugten Krankheitszuständen zu leiden, denn unter den bei diesem Bau herrschenden Verhältnissen waren Ansteckungen schwer zu vermeiden. Als die Ankylostomiasis in den rheinisch-westfälischen Kohlengebieten zu Anfang dieses Jahrhunderts einen erschreckenden Umfang anzunehmen drohte, wurden von seiten des Staates geeignete Vorkehrungen getroffen, so daß es, namentlich durch eine streng durchgeführte Vorbeugung, gelungen ist, der Ausbreitung der Krankheit Herr zu werden und ihr Vorkommen auf ein Mindestmaß zu beschränken.

In dem südöstlichen Nordamerika, Virginia, Texas, Portoriko und Kuba sowie in Brasilien wird der Grubenwurm vertreten durch den Neuwelt-Hakenwurm, Necator americanus *Stiles*, der jenem im allgemeinen ähnlich, nur vielleicht noch gefährlicher für den Menschen ist.

Im Nierenbecken der Robben und Fischotter, aber auch bei Wolf, Hund, Fuchs, Rind, Pferd, Marder und Vielfraß, selten beim Menschen hält sich der im weiblichen Geschlecht bis zu 1 m lange Palisadenwurm, Eustrongylus gigas *Rudolph*, auf, dessen Männchen nur gegen 40 cm lang wird. Seinen Namen verdankt er einer Reihe von Papillen, die jederseits die Seitenlinie bedecken. Seine Eier entwickeln sich im Wasser oder in feuchter Erde zu einer Larve, die mehrere Jahre in der Eihülle verbleiben kann. Vermutlich machen die Larven dann eine Zwischenstufe in Fischen durch.

Einen etwas anderen Entwickelungsgang hat der kleine Ollulanus tricuspis *Leuck.* Männchen und Weibchen, diese 1 mm lang, leben im Darme der Katzen; ihre Jungen gelangen auf dem natürlichen Wege nach außen. Hier harren sie ihrer Erlösung durch die Maus, aus deren Magen sie trichinenartig in die Muskeln und andere Organe einwandern, um dort zu einer abermaligen kürzeren oder längeren Rast sich einzukapseln.

Ganz ähnlich, aber etwas appetitlicher, ist der ebenfalls von Leuckart ergründete Lebenslauf des in Fischen schmarotzenden gelben oder grellroten Kappenwurmes, Cucullanus elegans *Zed.*, dessen Mundhöhle eine elliptische Kapsel mit dicken, braunen Wandungen enthält. „Die weiblichen Kappenwürmer gebären lebendige Junge, die schon im Mutterleibe aus den zarten Eihüllen auskriechen und bei den größeren Exemplaren (von 1—2 cm) zu vielen Tausenden angetroffen werden. Durch eine derbe Haut geschützt, bleiben die nach außen gelangten Würmer nicht selten mehrere Wochen lang im Wasser lebend und beweglich, Zeit genug, um auch im Freien einen passenden Zwischenwirt zu finden und zu infizieren. In der Regel sind es die unsere Wässer massenhaft bewohnenden kleinen Zyklopen, in welche die Würmer einwandern. In kleineren Aquarien geschieht die Einwanderung gewöhnlich schon nach wenigen Stunden und oftmals in solcher Menge, daß man die Eindringlinge nach Dutzenden zählen kann. Mitunter werden diese noch mehrere Tage später lebend angetroffen." Die winzigen Tierchen erreichen in ihrem ersten Wirte unter mancherlei äußeren und inneren Veränderungen noch nicht die Länge von 2 mm. Ihre vollständige Entwickelung tritt aber erst ein, nachdem sie mit den Zyklopen von einem Fische verschluckt worden sind; diese Vermittelung übernimmt am häufigsten der Flußbarsch.

Die Gattung Strongylus *Rud.* enthält eine sehr große Anzahl von Arten, die zumeist in den Luftwegen von Säugern als „Lungenwürmer" zu schmarotzen pflegen. Es seien als Beispiele hier nur genannt: Strongylus filaria *Rudolph* bei Schaf, Ziege, Hirsch, Kamel und anderen Wiederkäuern, S. micrurus *Mehlis* bei Rind, Pferd, Hirsch, Reh, S. commutatus *Diesing* bei Hase, Kaninchen, Schaf, Ziege, Reh, Gemse, S. apri *Gm.* beim Schwein, S. pusillus *Müll.* bei der Katze. Die Entwickelung und die Art der Übertragung sind noch wenig erforscht. Da ein und dieselbe Art zahlreiche Wirte besiedeln kann, so ist es zu erklären, daß von dem Menschen die unter seinen Viehbeständen und unter dem Edelwild auftretenden Lungenwurmseuchen, die zahlreiche Todesfälle zur Folge haben, sehr gefürchtet werden.

An dieser Stelle ist ferner als Haustierschmarotzer das Sclerostomum equinum *Duj.* anzuführen. Ein beträchtlicher Teil unserer Pferde fällt ihm zum Opfer. Die jungen Tiere vermögen lange Zeit im Wasser oder im Schlamm zu leben und werden beim Trinken in den Darm aufgenommen. Von da begeben sie sich in die größeren Arterien, setzen sich oft zu großen Mengen vereinigt in den Gefäßwänden fest, wachsen heran und wandern später wieder in den Darm zurück, wo sie Blut saugen und zur Fortpflanzung schreiten. Die reifen Weibchen erreichen eine Länge von 5,5 cm, die Männchen hingegen nur 3 cm. Die Eier gehen mit dem Kote des Wirtes ab und liefern wieder die zunächst frei lebenden Jungen. Während die geschlechtsreifen, blutsaugenden Palisadenwürmer leichtere Erkrankungen (Darmentzündungen) hervorrufen, sind die in den Arterienwänden hausenden Jugendformen viel verhängnisvoller. Wo diese zu Hunderten zusammensitzen, da treten sackartige, bis kindskopfgroße Erweiterungen der Gefäße auf (Wurm-Aneurismen), die mittelbar Koliken und Darmlähmungen veranlassen oder durch Platzen den Tod des Trägers herbeiführen können.

Eine letzte Strongylide, mit der wir uns beschäftigen müssen, dürfte manchem Vogelfreunde unter unseren Lesern unliebsam bekanntgeworden sein. Es ist Syngamus trachealis *Sieb.* (Abb., S. 266), der Luftröhrenwurm der Vögel, ein höchst verhängnisvoller Gast in Vogelkäfigen und Hühnerhöfen. Der Gattungsname bezieht sich auf die Eigentümlichkeit, daß an dem Orte, wo sich die geschlechtsreifen Tiere aufhalten, in der Luftröhre

sehr verschiedener Vögel, zumal junger und schwächlicher Tiere, der Schmarotzer immer paarweise angetroffen wird, das Männchen dem Weibchen zu unlöslicher Ehe angekittet.



Luftröhrenwurm, Syngamus trachealis *Sieb.* a) Weibchen, b) Männchen. 18mal vergrößert.

In geringerer Anzahl scheint der Syngamus häufig vertragen zu werden. Er kommt aber oft in solchen Mengen bei einem Vogel vor, daß er nicht bloß die ganze Luftröhre durch Reizen und Blutsaugen in Entzündung versetzt, sondern sie auch bis zum Ersticken seines furchtbar gequälten Wirtes verstopft.

Wir haben von Ehlers über die einfache Wanderung des Tieres Aufschluß erhalten. Das sicherste Kennzeichen, wenn man nicht schon durch den eigentümlichen, mit dem Auswerfen einzelner Schmarotzer verbundenen Husten des Vogels von der Anwesenheit des verheerenden Gastes sich überzeugt hat, sind die Eier im Kote der Vögel. Die reifen Eier werden ohne Zweifel durch das Husten, Schreien und Würgen aus der Luftröhre in die Mundhöhle gebracht und verschluckt und entwickeln sich, sobald genügende Feuchtigkeit und Wärme vorhanden, im Freien im Laufe von 8 Tagen zu kleinen, fadenförmigen Embryonen mit stumpfem Kopf- und spitzem Schwanzende. Damit sie auskriechen, bedarf es der unmittelbaren Einwanderung in die Vögel, die wahrscheinlich so geschieht, daß bei der Aufnahme von Nahrung die Eier beim Eingange in den Kehlkopf hängenbleiben und die Entwickelung zur Geschlechtsreife in den Luftwegen erfolgt. „Es ist damit einigermaßen ein Weg gezeigt, auf dem man durch Vorbeugungsmaßregeln Geflügelzuchten oder Volieren vor der massenhaften und dann verderblichen Verbreitung dieser Parasiten schützen kann ... Tritt die Krankheit in größerer Ausdehnung auf, so wird man je nach den Lokalitäten ungleiche Wege einzuschlagen haben, um zu verhüten, daß mit dem Kot oder Auswurf die Futtergeschirre nicht verunreinigt werden, oder daß sich nicht im Boden an feuchten Stellen Brutstätten bilden, von denen stets aufs neue Infektionen der Vögel stattfinden können.“

Den Mittelpunkt der Familie der Ascaridae bildet der Spulwurm. An jedem etwas größeren Spulwurm sieht man die scharf gegen den Körper abgesetzten Lippen mit unbewaffnetem Auge. Die eine nimmt die Mitte der Rückenseite ein (a in untenstehender Abb.), die beiden anderen berühren sich in der Mittellinie des Bauches (b). Die mikroskopische Untersuchung zeigt dazu, daß die Oberlippe in zwei seitlichen Grübchen je ein kegelförmiges, winziges Tastwerkzeug trägt und die beiden Seitenlippen je eins dieser Organe. Bei allen Spulwürmern ist der Größenunterschied zwischen Weibchen und Männchen sehr bemerkbar, und die letzteren, die kleineren, sind außerdem an dem hakenförmig umgebogenen Hinterleibsende kenntlich.

Ascaris lumbricoides *L.* ist einer der häufigsten Schmarotzer des Menschen und begleitet wenigstens die kaukasischen und Negerrassen über die ganze Erde. Gewöhnlich nur einzeln oder in geringerer Anzahl vorkommend, ist eine Ansammlung von einigen Hunderten doch nichts Seltenes, und in einzelnen Fällen zählte man über 1000, ja 2000 dieser unangenehmen Gäste. Ihr gewöhnlicher Aufenthalt ist der Dünndarm, von wo sie mitunter in den Magen eintreten. Kleinere Stücke (die größten werden im männlichen 15—25, im weiblichen Geschlecht 25—40 cm lang) haben sich sogar in die Leber verirrt. Die mit dem Tiere ins Freie gelangenden Eier haben eine große Widerstandskraft gegen alle Unbilden der Witterung und allerlei Arten von Flüssigkeiten. Sie entwickeln sich sowohl im Wasser wie in feuchter Erde zu kleinen, spiralig aufgerollten Embryonen, die jedoch im Freien niemals die Eischale verlassen, so daß man sie unter günstigen Bedingungen jahrelang lebend erhalten kann. „Bei der großen Häufigkeit des Spulwurmes und der immensen Fruchtbarkeit seiner Weibchen (jährlich etwa 60 Millionen Eier)“, sagt Leuckart, „sind diese Eier natürlich überall verbreitet... Da sie trotz aller Ungunst der äußeren Verhältnisse, trotz Frost und Trocknis jahrelang ihre Keimkraft behalten, auch wegen ihrer Kleinheit leicht auf diese oder jene Weise verschleppt werden, bietet Feld und Garten, ja Haus und Hof vielfache Gelegenheit zur Übertragung... Je verbreiteter die Eier, oder was so ziemlich dasselbe besagt, je dichter die Bevölkerung, die vom Spulwurm heimgesucht ist, je geringer die Sorgfalt, mit der die Nahrung überwacht wird, je weniger reinlich die Umgebung, in der man lebt, desto häufiger wird diese Gelegenheit wiederkehren.“ Aus den aufgenommenen Eiern entwickelt sich unmittelbar der Spulwurm. Grassi hat dann tatsächlich durch Versuche den Beweis der direkten Einwanderung von Ascaris lumbricoides geliefert, der seither auch von anderen Forschern bestätigt worden ist.

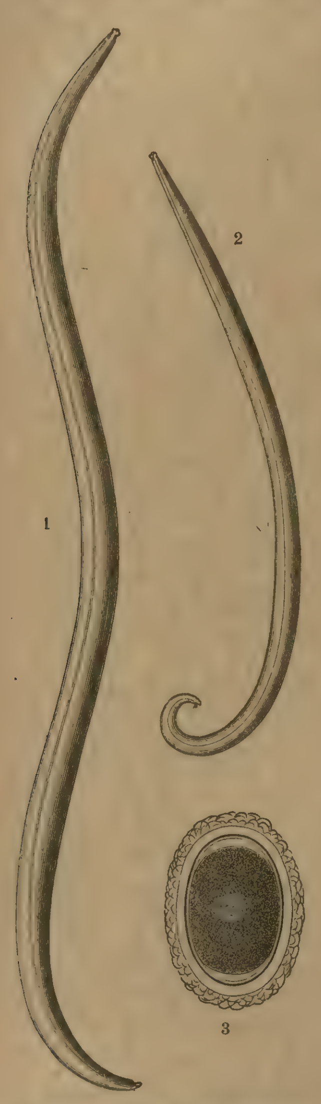


Kopf des Spulwurmes, Ascaris lumbricoides *L.*, a) von der Rückenseite, b) von der Bauchseite. Vergr.

Nächst dem Menschen wird auch das Schwein mit dem Besuche von Ascaris lumbricoides beehrt, wie in seltenen Fällen der Hunde- und Katzen-Spulwurm, Ascaris canis *Wern.* (mystax), dessen Vorderende mit zwei flügelförmigen Anhängen versehen ist, sich in den Menschen versteigt. Von einer anderen Spulwurmart, Ascaris megalocephala *Cloqu.*, werden unsere Pferde und Rinder viel heimgesucht. Die Weibchen ihres bis zu 1000 Stück vorhandenen Gastes erreichen eine Länge von 36 cm.

Ein sehr gemeiner Schmarotzer des Menschen ist der Pfriemenschwanz, Spring- oder Madenwurm, Oxyuris vermicularis *L.* Der drehrunde, fadenförmige, weißliche

Parasit verschmächtigt sich nach beiden Leibesenden. Die Mundöffnung wird von drei wenig ausgebildeten Lippen umgeben. Das Männchen ist nur 2,5—5 mm lang und weist ein abgestumpftes, nach der Bauchseite eingerolltes Hinterende auf. Das Weibchen hingegen (Abb., S. 269) hat eine Länge von 10—12 mm bei einer Dicke von 0,4—0,6 mm. Die eigentümliche Form seines Hinterendes — es ist langgestreckt und zugespitzt — hat Veranlassung zur Benennung gegeben. Die Weibchen sind außerordentlich fruchtbar; jedes von ihnen vermag, nach Leuckart, bis zu 12000 Stück kleine, nur 1/20 mm lange Eier abzulegen. Deren Entwickelung beginnt bereits im Muttertier und kann unter günstigen Umständen wenige Stunden nach der Ablage bis zur Ausbildung kleiner Würmchen fortschreiten, die jedoch noch von der Eihülle umschlossen bleiben. Anderseits zeigen die Eier eine solch hohe Widerstandsfähigkeit, daß sie, wochen- und monatelang trocken aufbewahrt, dennoch nach Zufuhr von Wärme und Feuchtigkeit Junge liefern. Die weitere Entwickelungsgeschichte ist genau bekannt. Die noch von der Eihülle umgebenen Embryonen werden ohne Vermittlung eines Zwischenwirtes unmittelbar auf den Menschen durch den Mund übertragen. Der Magensaft löst die Eihülle auf, die schlanken Embryonen schlüpfen aus und begeben sich in den Dünndarm, wo sie in kurzer Zeit (2—3 Wochen) weiter heranwachsen und wo wohl auch zum größten Teil die Begattung erfolgt. Danach gehen die Tiere in den Dickdarm über, und die Weibchen warten im Blinddarm, der als Hauptsitz der Oxyuren angesehen werden muß, die Legereife ab. Ist diese eingetreten, so wandern sie nach dem Mastdarm und dem After ab und verlassen entweder durch Eigenbewegung oder mit dem Kote den Darm. Die Eiablage erfolgt meist außerhalb des Körpers.

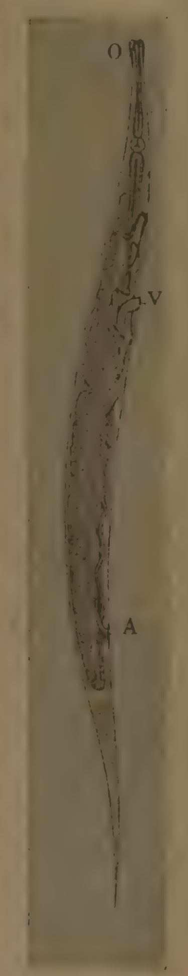


Spulwurm des Menschen, Ascaris lumbricoides *L.* Natürliche Größe. 1) Weibchen, 2) Männchen, 3) Ei, stark vergrößert. (Zu S. 267.)

Während die Anwesenheit einer größeren Anzahl von Oxyuren, die sich lebhaft schlängeln und mit dem Kopfe bohrende Bewegungen ausführen, leicht neben anderen Beschwerden stark katarrhalische Reizungen der Darmschleimhaut bewirken kann, sind gewisse Unannehmlichkeiten doch noch lästiger und quälender. Unter dem Einfluß der Bettwärme verlassen die Tiere zumal abends den Mastdarm und rufen in der Umgebung des Afters heftiges Jucken und Brennen hervor. Und diese Eigenschaft ist es auch, die die weite Verbreitung mit ermöglicht. Die Erkrankten berühren mit ihren Fingern die juckenden Stellen. „Die Eier", so lesen wir bei Mosler und Peiper, „bleiben an den Fingern haften und werden später in das Gesicht, auf die Lippen, ja direkt in den Mund importiert. Diese Art der Selbstinfektion ist sicherlich keine seltene und kommt nicht bloß im jugendlichen Alter vor; freilich wird sie gerade hier besonders häufig sich vollziehen. Bei infizierten Individuen hat man wiederholentlich unterhalb der Nägel Kotreste nachgewiesen, in welchen Eier von Oxyuris vermicularis aufgefunden

wurden. Da auf diesem Wege beständig neue Infektionen erfolgen, erklärt es sich, daß das Leiden so lang andauernd und hartnäckig zu sein pflegt. Ebenso ist leicht zu verstehen, daß ein Oxyuriskranker auch für seine Umgebung nicht gleichgültig ist. Die massenhafte Produktion von Eiern birgt die Gefahr, daß der Oxyurenträger auch seine Haus- oder Familiengenossen ansteckt. Vielfach haben wir uns überzeugt, daß in kinderreichen Familien oft sämtliche Kinder, bis ins jüngste Alter, Oxyuren beherbergten ... In Pflegeanstalten, Waisenhäusern und Kasernen sind die Oxyuren zuweilen geradezu endemisch." Daneben werden natürlich auch die kleinen, widerstandsfähigen Eier aus trockenem, zerstäubtem Kote vom Winde fortgetragen und bleiben auf den verschiedensten Gegenständen und Nahrungsmitteln haften. Ungeschältes Obst, nicht gewaschenes Gemüse vermögen daher leicht die Einfuhr in die Mundhöhle zu vermitteln.

Die Vertreibung der Quälgeister ist keineswegs leicht; nur wiederholte Wurmkuren können den Träger schließlich von ihnen befreien. Das gebräuchlichste Hausmittel ist der Zittwersamen, auch Klistiere von Knoblauch- oder Zwiebelabkochungen werden vom Volke gern angewendet.



Weibchen von Oxyuris vermicularis *L.* Nach R. Leuckart aus Claus-Grobben, „Lehrbuch der Zoologie". O Mund, V Geschlechtsöffnung, A After. Vergr. 12:1.

Anhang: Nematomorpha.

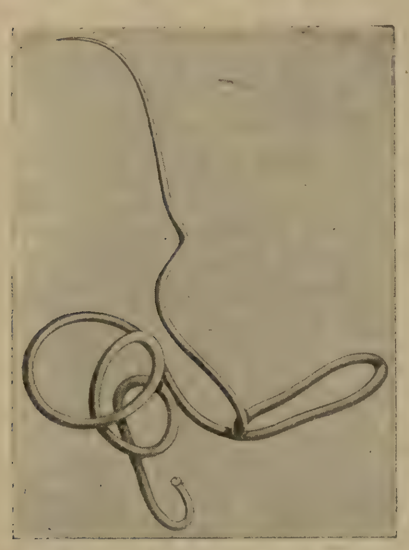
Wir schließen am besten hier an die Fadenwürmer noch eine Gruppe von nematodenähnlichen Würmern an, die man früher auch für echte Nematoden gehalten hat, die man aber jetzt wegen verschiedener innerer Merkmale von jenen trennt und in einer oder mehreren Familien unter dem Namen Nematomorpha zusammenfaßt. Es fehlen ihnen im Gegensatz zu den echten Fadenwürmern die Seitenlinien; das Nervensystem zeigt einen wesentlich abweichenden Bau, und weitere feinere anatomische Unterschiede rechtfertigen die Sonderstellung dieser Tiere. Dazu kommt, daß sie nur in der Jugend schmarotzen, mit der Geschlechtsreife jedoch ihre Wirte verlassen, während es bei den Nematoden, wie wir sahen, in der Regel gerade die Jugendformen sind, die frei leben. Die Mermitiden verhalten sich darin wie die Nematomorphen und wurden deshalb auch mehrfach mit zu diesen gestellt, doch scheinen sie echte Nematoden zu sein.

Durch manche interessante Eigentümlichkeit des Baues und der Lebensweise ist die Familie der Saitenwürmer, Gordiidae, ausgezeichnet. Die auffälligen Verschlingungen und Verknotungen, welche die Tiere auf dem Grunde der Gewässer einzeln oder zu mehreren bilden, ließen sie mit einem Gordischen Knoten vergleichen.

Von der Gattung Gordius *L.* kommen bei uns mehrere Arten vor, die früher nicht unterschieden und als Gordius aquaticus *L.*, Wasserkalb, zusammengefaßt wurden. Die mittlere Länge der Männchen beträgt 15—25 cm, doch messen einzelne bis zu 80 cm; die der Weibchen ist gegen 10 cm. Die Dicke der mittelgroßen Männchen schwankt zwischen zwei Fünftel und einem halben Millimeter; die Weibchen sind etwas dicker. Die im allgemeinen braune Farbe kommt in mannigfachen Schattierungen vor. Die Männchen sind durchgehends dunkler und vorwiegend schwärzlich gefärbt, vom glänzenden Mausegrau bis zum tiefsten, glänzenden Braunschwarz,

das an einigen Körperstellen auch in reines Schwarz übergehen kann. Die Farbe der Weibchen ist stets heller und nicht glänzend, vom Isabellgelb fast bis zum gesättigten Gelbbraun. Auf der Mittellinie des Bauches und des Rückens verläuft bei Männchen und Weibchen ein dunkler Längsstreif, der auch bei den dunkelsten Männchen noch wahrnehmbar ist. Das erwachsene Tier hat nur einen verkümmerten Darmkanal und scheint gar keine Nahrung zu sich zu nehmen. Wir kommen unten auf diesen Punkt zurück. An eine Ernährung frei lebender Tiere durch bloße Hautaufsaugung ist nicht zu denken. Ein allgemeines Kennzeichen der Gattung Gordius ist das gabelförmig gespaltene Schwanzende des Männchens.

Die Wasserkälber halten sich im geschlechtsreifen Zustande in seichten stehenden und fließenden Gewässern auf. Über ihr Vorkommen erzählt v. Siebold: „Bei einer zoologischen Exkursion in das liebliche Wiesenttal der Fränkischen Schweiz untersuchte ich zwischen Streitberg und Muggendorf in einem kleinen engen Seitentale die von einem ausgetrockneten Bache hinterlassenen Lachen und erblickte in diesen ein Paar lebende Gordien, welche mich anspornten, auf diese Tiere meine besondere Aufmerksamkeit zu richten. Meine Mühe blieb nicht unbelohnt; denn nach mehrmaligem Durchsuchen der obenerwähnten Lokalitäten erhielt ich 50 bis 60 Stück solcher Fadenwürmer. Sie bestanden aus den beiden Arten Gordius aquaticus und Gordius subbifurcus (jetzt Parachordodes tolosanus *Duj.*), unter denen sich aber die erstere nur sehr sparsam vorfand. Bei beiden Arten waren die männlichen Individuen vorherrschend. Es erforderte übrigens das Auffinden dieser Würmer eine gewisse Aufmerksamkeit, indem man sie einzeln in ausgestrecktem Zustande bei ihren trägen, schlangenförmigen Bewegungen oder zu mehreren in einen Knäuel aufgewickelt, bei ihrer dunkeln Farbe zwischen den verschiedenen auf dem Grunde des Wassers liegenden mazerierten Pflanzenfasern leicht übersehen konnte. Manche ragten zwischen Steinen und Wurzeln nur mit ihrem Vorderleibsende hervor oder steckten an den Ufern des Flusses teilweise im Schlamme und waren dann noch schwerer zu bemerken.



Weibchen eines Gordius. Schwach vergrößert. Nach H. Grenacher.

„Da ich wußte, daß ich es hier mit ausgewanderten Parasiten zu tun hatte, so sah ich mich in der Umgebung des Fundortes dieser Würmer nach ihren ehemaligen Wohntieren um und konnte auch verschiedene Laufkäfer im Tale bemerken, von denen mehrere im Wasser ertrunken lagen; ich brach allen diesen Käfern den Hinterleib auf und erhielt wirklich aus einer Feronia melanaria einen männlichen Gordius aquaticus."

Wie schon oben gesagt, sind die Gordien im geschlechtsreifen Zustande nicht Schmarotzer, wohl aber bringen sie den größten Teil ihres Lebens bis zum letzten Abschnitt in gewissen Tieren zu. Wir sind zuerst durch die fleißigen Beobachtungen von Meißner über das Einwandern der Larven in Insekten unterrichtet worden. Die aus dem Ei kriechenden kleinen Gordien, $^1/_{18}$ mm lang, sind sehr sonderbare Wesen, die, wie der Beobachter sich ausdrückt, sowohl durch ihre äußerst geringe Größe, im Verhältnis zu fußlangen ausgewachsenen Gordien, als besonders durch ihre Gestalt in Erstaunen setzen. Ihr zylindrischer Leib besteht aus einem

dickeren Vorderteil und einem dünneren schwanzartigen Anhange. Aus dem Leibe kann eine Art Kopf herausgestülpt werden, der mit zwei Kreisen von je 6 Häkchen besetzt ist, und bei dessen völliger Entfaltung noch ein horniger Rüssel hervortritt. Mit dieser Bewaffnung durchbohren die Tierchen zuerst ihre Eihülle. Sie suchen die zarteren Stellen an den Gelenken der Beine von Insektenlarven auf, zwängen sich hier durch ein mit ihrer Hakeneinrichtung gebohrtes Löchelchen und steigen unter häufigem und kräftigem Aus- und Einstülpen des Kopfes zwischen den Muskelfasern in den Füßen empor, um sich im ganzen Körper zu verbreiten. Sie gehen dann in einen Zustand der Ruhe über, indem sie sich ähnlich wie die Muskeltrichinen einkapseln. Mit dem Fleisch der Wirte — meist sind es die Larven der Eintagsfliegen, Büschel- und Zuckmücken — werden die jungen Gordien von Raubinsekten verschlungen. In deren Leibeshöhle durchlaufen sie ihre weitere Verwandlung und wachsen sich zu den großen Formen aus. Dann schlüpfen sie aus ihrem Endwirt aus und werden im Wasser geschlechtsreif.



Larve des Wasserkalbes: a) mit ausgestülptem, b) mit eingezogenem Stachel; c) zwei Exemplare im Beine der Eintagsfliegenlarve. Stark vergrößert.

Vierte Klasse:

Kratzer (Acanthocephali).

Die Kratzer oder Hakenwürmer (Acanthocephali) gehören alle der Familie der Echinorhynchidae an. Ihre verwandtschaftlichen Beziehungen sind noch völlig unklar; die von manchen Forschern vorgenommene nähere Angliederung an die Nematoden läßt sich durchaus nicht durch den inneren Bau begründen, wenngleich rein äußerlich eine gewisse Ähnlichkeit mit diesen besteht.

Der Körper beginnt mit einem mit Widerhaken besetzten Rüssel, der durch Zusammenziehen eines ihn umgebenden Sackes, der Rüsselscheide, vorgestreckt und durch besondere Muskeln wieder zurückgezogen werden kann. Die Gestalt des Rüssels wechselt sehr stark und ist für die Systematik der Gruppe von großer Wichtigkeit. Bald ist er klein, bald langgestreckt, fadenförmig oder zu einer großen Kugel aufgeschwollen, bald ist er gleichmäßig zylindrisch, bald in der Mitte spindelförmig verdickt. Die Haken sind mit ihrer Wurzel in die Haut eingesenkt, ihr Oberteil ragt frei hervor und gräbt sich beim Vorstrecken des Rüssels in das Gewebe des Wirtes ein. Sie sind in regelmäßigen Quer- und Längsreihen angeordnet, und zwar so, daß die Haken der ersten in die Zwischenräume der zweiten Reihe zu liegen kommen usw. Auf den Rüssel folgt ein meist kurzer Hals, der immer gegen den Körper scharf abgesetzt ist. Dieser ist mehr oder weniger langgestreckt, schlauchförmig und oft (aber nur äußerlich) geringelt. Meist ist er unbewaffnet, er kann aber auch am Vorderende und, vorzüglich beim Männchen, am Hinterende mit Stacheln ausgerüstet sein.

Die Haut ist bedeckt von einer zarten Kutikula. Darunter liegt zunächst ein faseriges

Gewebe, die Subkutikula, die neben der Rüsselscheide zwei in die Leibeshöhle hineinhängende, birnenförmige Wucherungen, die sogenannten Lemnisken, bildet. Noch weiter nach innen folgt die Muskelschicht, die aus äußeren Ring- und inneren Längsfasern zusammengesetzt ist. Die Lemnisken stehen mit einem in die Subkutikula eingebetteten Gefäßsystem in Verbindung. Die ganze Einrichtung dient der Ernährung; ein Darm und eine Mundöffnung fehlt nämlich den Akanthozephalen. Vom Nervensystem sind das Hirnganglion und zwei von diesem nach hinten ziehende Längsnervenstämme zu erwähnen. Ersteres gibt nach vorn außerdem Nerven in den Rüssel, letztere seitliche Fasern an die Organe ab.

Die Kratzer sind getrenntgeschlechtlich. Beim Männchen entleeren die paarigen Hoden den Samen durch die Samenleiter in ein Begattungsglied, das am Körperende in einer ausstülpbaren Tasche sitzt. Verwickelter ist der Geschlechtsapparat des Weibchens. Die zwei bei jugendlichen Tieren vorhandenen Eierstöcke zerfallen später in einzelne Eiballen, und diese treiben in der Leibeshöhle umher. Hier werden die Eier befruchtet. Nach außen befördert werden sie durch einen glockenförmigen Eihalter und eine kurze, am hinteren Körperende ausmündende Scheide. Dabei ist aber eine Vorrichtung getroffen, daß nur die befruchteten, länglichen Eier, die schon einen kleinen Embryo enthalten, in die Scheide gelangen: in der Uterusglocke findet eine Auslese statt, und die unreifen Eier fallen durch eine besondere Öffnung in der Glocke in die Leibeshöhle zurück.



Riesenkratzer, Echinorhynchus hirudinaceus *Pall.*; in der Mitte das vergrößerte vordere Körperende.

Die von der Eihülle noch umschlossenen Embryonen bedürfen zu ihrer weiteren Entwickelung der Übertragung in einen Zwischenwirt. Sie werden von kleinen Krebsen und Insekten verschluckt, kriechen in deren Darm aus und durchbohren danach die Darmwand mit Hilfe eines kleinen Haken- oder Stachelkranzes, den sie am Vorderende tragen. In der Leibeshöhle des Wirtes wachsen sie zu kleinen Akanthozephalen aus; die endgültige Größe und die Geschlechtsreife erreichen sie jedoch erst nach Überführung in den Darmkanal eines Wirbeltieres.

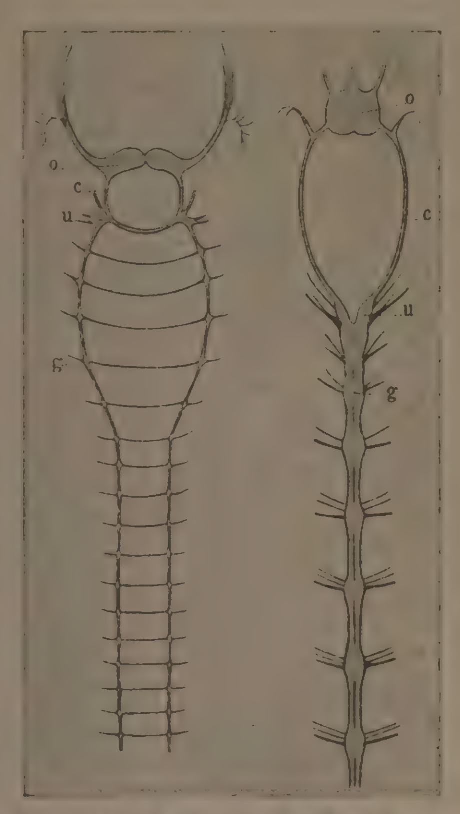
So lebt zum Beispiel der Riesenkratzer, Echinorhynchus hirudinaceus *Pall.* (gigas *Goeze*), im reifen Zustande im Dünndarm des Schweines, als Larve hingegen in den Engerlingen von Mai- und Rosenkäfern (Cetonia) und deren Verwandten, welche unsere nützlichen Borstentiere gern auswühlen und fressen. Der genannte Kratzer hat etwa die Dicke eines Spulwurmes und wird bis 65 cm lang. Durch Leuckart weiß man, daß der in verschiedenen Fischen gemeine Echinorhynchus proteus *Westrumb* seine Jugend im Darme des Flohkrebses (Gammarus) zubringt. Der bei einigen Nagern (Hamster, Feldmaus, Siebenschläfer) vorkommende Kratzer Echinorhynchus moniliformis *Bremser* lebt als Larve in Käfern, so in einem südeuropäischen Trauerkäfer (Blaps mucronata). Diese Larve kann aber auch im Menschen zur Entwickelung gelangen. Ein anderer, Echinorhynchus polymorphus *Bremser*, bedarf einer Versetzung aus dem Flohkrebs in den wärmeren Leib der

Ente, um in ihr zum Abschluß seiner Entwickelung und seines Lebenslaufes zu gelangen. Bei verschiedenen Seefischen, z. B. der Scholle, finden sich auf dem Darmgekröse und im Zellgewebe um die Leber im Februar bis April sehr kleine, 1—2 mm große, eingekapselte Kratzer, deren Herkunft aber noch nicht aufgeklärt ist. Die Möglichkeit, daß sie von außen durch Haut und Fleisch eindringen, ist weniger vorhanden als die andere, daß sie vom Darme aus die Wanderung angetreten haben und erst im Darme eines anderen Fisches oder eines Wasservogels zu reifen Tieren auswachsen.

Fünfte Klasse:

Ringelwürmer (Annelides).

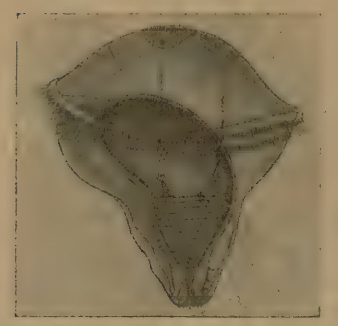
Der Name besagt, daß der Körper der in diese Klasse gehörigen Würmer aus einer Reihe äußerlich sichtbarer Ringel oder Segmente besteht, von deren Zwischenfurchen häutige Scheidewände, Dissepimente oder Septen, sich mehr oder weniger tief in die zwischen Hautmuskelschlauch und Darmkanal gelegene Leibeshöhle erstrecken und diese so in eine Anzahl Kammern zerlegen. Die Zahl dieser einander gleichgebildeten Ringel ist völlig unbestimmt. Der Mund liegt immer hinter dem ersten Segment am Bauche, und bei nicht wenigen kann der Anfangsteil des Darmes in Gestalt eines zum Graben oder zum Fangen der Beute geschickten Rüssels vorgestreckt und ausgestülpt werden. Die höhere Stellung der Ringelwürmer gegenüber den bisher besprochenen Würmern zeigt sich vor allem in der Form und Entfaltung ihres Nervensystems, wie es bereits in der Einleitung (S. 190) näher beschrieben wurde und durch die nebenstehende Abbildung weiter veranschaulicht werden soll. Die linke Zeichnung läßt ohne weiteres den Vergleich mit einer Strickleiter zu, an der rechten ist jedoch die Ähnlichkeit insofern etwas verwischt, als die Ganglienpaare des Bauchmarkes sehr nahe aneinander gerückt und miteinander verschmolzen sind. Das erste Verhalten ist natürlich das ursprünglichere, das zweite das abgeleitete. Der reicheren Entwickelung des Nervensystems entsprechend hat man nun auch eine viel größere Kraft und Mannigfaltigkeit der Lebensäußerungen zu erwarten, als wir sie bei den übrigen Würmern sahen. Zwei nach ihren Bewegungsorganen zu unterscheidende Hauptabteilungen finden wir im Regenwurm und in dem Blutegel verkörpert. Der erstere freilich ist dieser Würde insofern nur unvollkommen gewachsen, als man ihn sehr genau befühlen und von rückwärts nach vorn durch die Finger gleiten lassen



Nervensystem der Anneliden, rechts von Serpula, links von Aphrodite. o Oberschlundganglion, u Unterschlundganglion, g Bauchganglion, c Schlundkommissur.

muß, um sich von dem Vorhandensein der für seine Abteilung bezeichnenden Borsten zu überzeugen. Er gehört zur ersten Unterklasse, den Borstenwürmern, deren Eigentümlichkeit darin besteht, daß sie entweder unmittelbar in die Haut oder in hervorstehende, fußartige Stummel eingepflanzte Borsten besitzen, die bei den Bewegungen als Stütz-, Stemm- oder Ruderorgane dienen. Ihnen gegenüber gruppieren sich um den Blutegel die Anneliden der zweiten Unterklasse, die Glattwürmer, deren Leibeshöhle durch eine mächtige Entwickelung der Muskulatur bis auf ein Kanalsystem zurückgebildet worden ist, während sie bei der dritten Hauptabteilung, den Sternwürmern, wohlentwickelt ist, doch ist bei diesen die Gliederung in Segmente wieder geschwunden.

Aus den Eiern der Borstenwürmer, die im Meere leben, und aus denen der Sternwürmer entwickelt sich die in der Einleitung zu den Würmern (vgl. S. 188) erwähnte freischwimmende Trochophora-Larve, die, wie wir dort sahen, die Wiederholung der Larvenform der Ahnen aller zum Trochophora-Kreis gehörigen Tiere ist, und die gewisse Beziehungen sowohl zu der Müllerschen Larve der Strudelwürmer als zu den Rädertieren aufweist. Bei Besprechung der Strudelwürmer haben wir darauf hingewiesen, daß eine Wiederholung der Darmanhänge und der Fortpflanzungsorgane bei manchen Tricladen, z. B. Gunda segmentata, den Weg zeigt, wie die Gliederung der Ringelwürmer, die sich ja von Turbellarien herleiten, entstanden sein mag. Wir haben hier eine echte Segmentierung des Körpers vor uns, eine Metamerie. Darunter versteht man die Erscheinung, daß sich in den aufeinanderfolgenden Gliedern alle wesentlichen Organe in gleicher Weise wiederholen. Und so sehen wir denn auch bei den Ringelwürmern tatsächlich in jedem Segment den Darmkanal, ein Ganglienpaar des Bauchstranges als Nervenzentrum, die gleichen Blutgefäße, Ausscheidungs- und Fortpflanzungswerkzeuge. Namentlich die Ausscheidungsorgane oder Nephridien sind schon immer durch ihr sich regelmäßig wiederholendes Auftreten aufgefallen und haben daher auch den Namen Segmentalorgane erhalten. Sie zeigen bei allen Ringelwürmern den gleichen Bauplan; es sind mehr oder weniger geschlängelte Kanäle, in jedem Segment ein Paar, die mit einem Wimpertrichter in der vorhergehenden Leibeshöhlenkammer beginnen, deren hinteres Septum durchbrechen und in dem Segment, in dem ihr Hauptteil liegt, nach außen münden, wobei sie sich vorher meist zu einer kleinen Harnblase erweitern.


Trochophora-Larve von Polygordius. Vergr. 50:1. Nach B. Hatschek.

In vielen Fällen wird nun diese Metamerie dadurch etwas gestört, daß mehrere Segmente oder einzelne Organe derselben wieder verschmelzen oder mehr oder weniger rückgebildet werden können. Immer aber zeigt sich die Metamerie deutlich bei der Entwickelung der Leibeshöhle oder des Cöloms, wie man sie auch nennt. Diese entsteht nämlich innerhalb des mittleren Keimblattes, das selbst aus einem Paar bestimmter Zellen, den Urmesodermzellen, hervorgeht, die in der jungen Larve zu beiden Seiten des Enddarms liegen und durch lebhafte Teilungen die sogenannten Mesodermstreifen bilden. In diesen zeigt sich dann stets als erstes Anzeichen der Segmentierung die gekammerte Leibeshöhle.

Während nun diejenigen Ringelwürmer, die ein Trochophora-Stadium durchlaufen, durch eine Verwandlung ihre endgültige Form erhalten, ist die Entwickelung der übrigen mehr eine unmittelbare.

Erste Unterklasse:

Borstenwürmer (Chaetopoda).

Die Chätopoden sind namentlich gekennzeichnet durch seitliche Bündel oder Kämme von Borsten, in denen uns das Mikroskop eine Reihe der zierlichsten Bildungen offenbart. Haken, Spieße, Sägen, Pfeile, Messer, Kämme, glatte und gerieste Ruder und andere stechende und schneidende Instrumente sind darunter zu finden. Die einfacheren Formen, die den Namen von Haken und Borsten schlechtweg verdienen, werden von den bescheideneren regenwurmartigen Tieren getragen; die feineren, mit besonderen Spitzen, Zähnen, Zähnchen, Klingen und Schneiden versehenen Borstengestalten sind ein Schmuck der meisten Meeresbewohner der Abteilung. Durch die Stellung der Borsten in Bündeln und breiten Kämmen wird es offenbar, daß sie Bewegungswerkzeuge sind.



Borstenformen von Borstenwürmern. Nach Ehlers und Claparède. Stark vergrößert.

Wir unterscheiden zwei Ordnungen der Borstenwürmer: 1) die Vielborster oder Polychaeta und 2) die Wenigborster oder Oligochaeta.

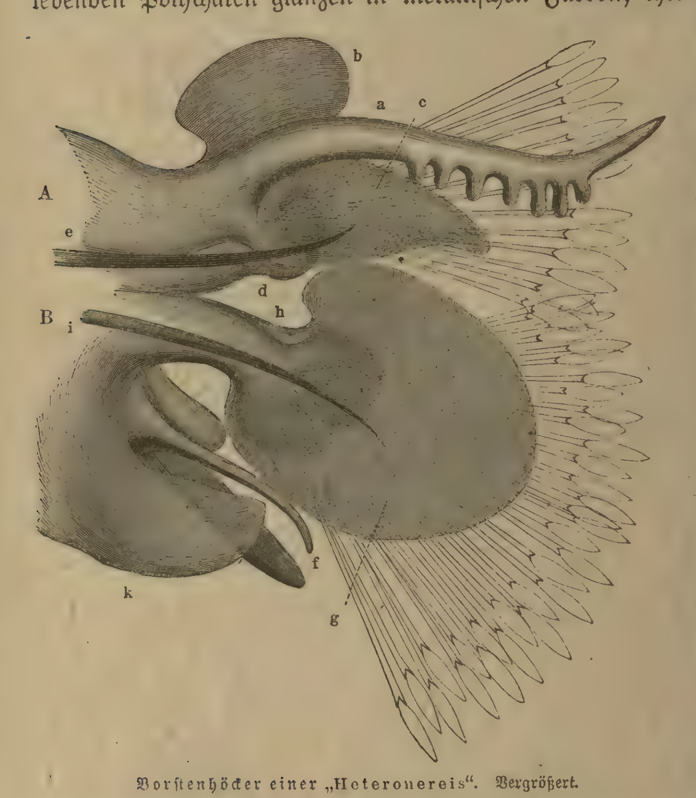
Erste Ordnung:

Vielborster (Polychaeta).

Das Hauptmerkmal der beinahe ausschließlich das Meer bewohnenden Ordnung der Vielborster oder Polychaeta sind die an jedem Segment in einem Paar vorhandenen, seitlich herausragenden Fußstummel oder Parapodien, die in der Regel jene ansehnlichen und so verschieden, oft recht kunstvoll gebauten Borsten in mehreren Bündeln tragen. Die Vielborster sind mit wenig Ausnahmen getrennten Geschlechts und entwickeln sich mit einer meist dazu noch recht umständlichen Metamorphose. Die äußerst zahlreichen Gattungen und Arten verteilen sich auf mehr als 40 Familien, von denen wir einige der wesentlichsten Vertreter herausgreifen wollen.

Eine Reihe von Familien pflegte man nach ihrer Lebensweise als frei lebende Vielborster (Errantia) zusammenzufassen und stellte ihnen die anderen als festsitzende (Sedentaria) resp. in Röhren lebende (Tubicola) gegenüber. Es hat sich aber gezeigt, daß die natürlichen Verwandtschaftsverhältnisse der Familien andere sind, so daß jene Scheidung in zwei Gruppen nicht mehr aufrechterhalten werden kann. Die Vertreter der

zunächst zu besprechenden Familien sind lauter Meeresbewohner, deren Kiemen, wenn überhaupt vorhanden, an den Fußstummeln des Rückens angebracht sind, und deren Segmente sehr häufig geringelte Fühlfäden tragen. Ihrer meist freien, umherschweifenden Lebensweise entsprechend trägt der Kopflappen, d. h. das den Mund überragende und im allgemeinen einem Segment entsprechende Vorderende, Augen und Tastwerkzeuge, und diese Würmer packen, soweit sie nicht Pflanzenfresser sind, ihren Raub mit scharfen, hakenförmigen Kiefern und Zähnen, die bei Ausstülpung des Rüssels zutage treten. Die meisten der frei lebenden Polychäten glänzen in metallischen Farben; ihre Haut schillert wie ein Atlaskleid, und die Borsten werfen wechselndes, farbiges Licht zurück. In welcher Weise sich die seitlichen und Rückenanhänge der Körperringe entfalten, wollen wir an der nebenstehenden Abbildung erläutern, die wir, wie einige der folgenden, einem Werke des französischen Forschers Quatrefages entlehnen. Das Bild stellt das Seitenteil eines Segments einer Nereis (und zwar der heteronereiden Form) dar: A ist der obere, B der untere Ast des Fußstummels; a ein oberer, f ein unterer Fühlfaden, dessen Ansatz von einer blattartigen Schuppe (k) umgeben ist. Dergleichen Fühlfäden können an allen Ringen vorkommen; b und c sind die Kiemenblättchen des oberen Astes, und durch das untere scheint der borstentragende Höcker (d) durch; e und i sind Stützborsten (Acicula). Das Kiemenblatt des unteren Astes ist g, und h ein zweiter borstentragender Höcker. Auf der Variation dieses Themas der Äste, Fühlfäden, Kiemen und Nadeln beruht größtenteils die Mannigfaltigkeit der Gattungen.



Borstenhöcker einer „Heteronereis“. Vergrößert.

An die Spitze pflegt man die Familie der Seeraupen, Seemäuse oder Filzwürmer, Aphroditidae, zu stellen, deren Rücken von großen Schuppen (Elytra) bedeckt ist. Ihr Kopf trägt in der Regel drei Fühler, einen mittleren und zwei seitliche. Alle besitzen 2—4 Augen, die mitunter auf der Spitze winziger Stiele stehen, jedenfalls aber klein sind. Bei manchen Gattungen entwickelt sich außer den gewöhnlichen, einfachen und zusammengesetzten Borsten auch eine Decke langer Haare, die besonders an den Seiten wie das prachtvollste Gefieder tropischer Vögel irisiert und einen Filz bildet, von dem die Rückenschuppen gänzlich verhüllt werden. Unter diese zusammenhängende Decke strömt jedoch durch

bestimmte Öffnungen Wasser zu den kleinen, über dem oberen Fühlfaden der Segmente stehenden Kiemen. Wundervolle Formen dieser Familie sind besonders von Schmarda auf seiner Weltreise an allen Küsten tropischer Meere beobachtet und in einem Prachtwerk in ihrer ganzen Farbenschönheit dargestellt worden. Doch kann uns kein Maler den Glanz ihres metallischen, bei jeder Bewegung wechselnden Schimmers wiedergeben. Als besondere Eigentümlichkeit des inneren Baues der Seeraupen ist die Verzweigung des Darmkanales hervorzuheben. Unter den mit einem Rückenfilz bedeckten Arten von **Aphrodite** ist die ½ Fuß lang werdende **Aphrodite aculeata** *L.* (rechts auf der Tafel bei S. 280) an allen europäischen Küsten heimisch. Von jener Gattung ist **Hermione** durch den Mangel des Rückenfilzes und andere kleine Kennzeichen geschieden. Eine der gemeinsten Arten des Mittelmeeres ist **Hermione hystrix** *Sav.* Hat man den Wurm von dem ihm gewöhnlich in reichlicher Menge anhaftenden Schmutze durch öfteres Abspülen gesäubert, so tritt sein ansprechendes, glänzendes Äußeres hervor. Die Dornen der schönen Hermione sind aber schlimmer als diejenigen eines Stachelschweines, indem sie, mit Widerhaken versehen, haftenbleiben und sich einbohren. Nichtsdestoweniger werden alle diese Seeraupen von den Raubfischen, im Norden besonders von den Dorschen und Schellfischen, im Mittelmeer von den zahlreichen kleineren Haien gern verschlungen.


Hermione hystrix *Sav.* Natürliche Größe.

Eine rechte Kernfamilie ist die der **Lycoridae**, in der die räuberische Natur, verbunden mit ununterbrochener Ruhelosigkeit und Geschwindigkeit und Sicherheit der Bewegungen, den höchsten Ausdruck gefunden hat. Das nebenstehend abgebildete Kopfende von **Nereis cultrifera** *Grube* läßt die Fühler (a), die Taster (b) sowie zur Seite die Kopffühlfaden (c) sehen. Der ausgestülpte Rüssel trägt die beiden großen Zangenkiefer (d), die sich, wie die Mundwerkzeuge der Gliedertiere, horizontal gegeneinander bewegen, und mehrere Gruppen kleiner Zähnchen (e). Die Gattung **Nereis** enthält weit über 100 Arten, von denen die in den europäischen Meeren häufigen **Nereis cultrifera** *Grube* und **N. diversicolor** *Müller* erwähnt sein mögen.


Kopf von Nereis cultrifera *Grube*. 4mal vergrößert.

Die Geschlechtsverhältnisse der Lycoriden bieten einiges Sonderbare. Man unterschied früher eine besondere Gattung **Heteronereis** (Abb., S. 278), die von den Mitgliedern der Gattung Nereis dadurch abwich, daß sie am Kopfende umfangreichere Tastorgane und Sehwerkzeuge hatte. Außerdem sind ihre Ruder stärker entwickelt, und in den hinteren zwei Dritteln des Körpers sind die Segmente weniger hoch als im vorderen und tragen an den

Rudern weit längere Borsten. Ehlers gelang der Nachweis, daß manche Nereis-Arten sich vor ihrer Geschlechtsreife in jene andere Form umwandeln, wodurch sie befähigt werden, den Boden des Meeres, auf dem sie sonst leben, zu verlassen und frei umherzuschwimmen. Auf diese Weise ist für die Verbreitung der Art gesorgt, denn die Tiere entleeren ihre Geschlechtsprodukte ins freie Wasser, so daß sich die Jungen nach der Verwandlung aus der Larve an neuen Wohngebieten ansiedeln können. Die Elterntiere gehen bald nach Ablage der Geschlechtsprodukte zugrunde.


Eine „Heteronereis". Natürliche Größe. (Zu S. 277.)

In anderen Fällen verhalten sich Individuen derselben Art (z. B. Nereis dumerilii *Audouin et M.-E.*) verschieden: die einen werden ohne weitere Veränderungen geschlechtsreif, andere aber bilden sich vorher erst zur Heteronereis um, und daneben gibt es schließlich noch eine dritte, zwitterige Form. Von vielen Nereis-Arten kennt man bis jetzt keinen heteronereiden Zustand und endlich sind auch mehrere heteronereide Arten bekannt, zu denen man noch nicht die zugehörigen nereiden Formen gefunden hat, obwohl es diese natürlich geben muß.

Eine artenreiche Familie, die der vorigen sehr nahe steht, ist die der Eunicidae. Ihre Vertreter tragen meist größere, verästelte Kiemenanhänge auf dem Rücken der Segmente und sind mit einem mächtigen Kieferapparat ausgerüstet. Sie stellen gewaltige Räuber dar, zumal manche von ihnen eine beträchtliche Größe erlangen können. Im Mittelmeer finden sich unter anderen die schöne Halla parthenopeia *Chiaje*, die große Diopatra neapolitana *Chiaje* und die in durchsichtigen, selbstgefertigten Röhren lebende Hyalinoecia tubicola *Müller* (Onuphis). Zu dieser Familie gehört auch der interessante Palolowurm, Eunice viridis *Gray* (Lysidice), von der Samoa-Inselgruppe, über den uns mehrere Berichte, besonders die von Stair und Powell und neuerdings auch von anderen Forschern, vorliegen. In jedem Jahre erscheint das Tier zweimal, im Oktober und November, in unermeßlichen Scharen an gewissen Punkten des Gestades der Samoa- und der Fidschi-Inseln. Der zweite Schwarm ist jedoch noch größer als der erste, und die Eingeborenen nennen deshalb diesen Mblalolo levu, jenen Mblalolo lailai (d. h. kleine und große Palolo-Zeit). Beide Schwärme stellen sich am Tage vor dem letzten Mondviertel und an diesem Tage selbst ein und namentlich an dem letzteren in so unglaublich großen Scharen, daß das Meer weit hinaus nur aus ihnen zu bestehen scheint. Die ersten Würmer kommen mit dem Grauen des Morgens, ihr Gewimmel nimmt zu und wird am stärksten bei Sonnenaufgang, aber nach 2—3 Stunden ist alles verschwunden. Alt und jung hat sich am Strande eingestellt und geht unter fröhlichen Scherzen in das Wasser am Gestade, dem Erntesegen, den ihnen das Meer bietet, entgegen. Mit zierlich gearbeiteten Körbchen fischen sie den Mblalolo, verzehren die Würmer roh oder

wickeln sie in frische Blätter, um sie zu backen und als höchste Delikatesse mit Entzücken zu genießen. Handelsleute haben sich eingefunden und kaufen auf, um auch die Einwohner der entfernter liegenden Gegenden der Insel, denen am Feste selbst teilzunehmen nicht möglich war, mit dem Leckerbissen zu versorgen.

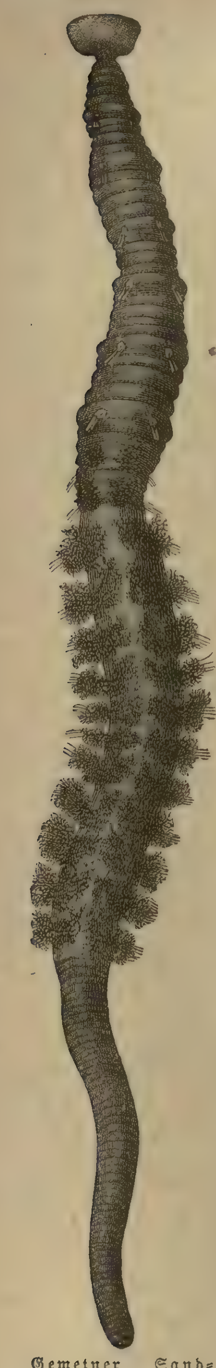
Ganze Würmer finden sich nicht unter der Masse, es sind lebende Bruchstücke von 2–20 mm Länge, und zwar nur geschlechtsreife Hinterenden. Sie sind getrenntgeschlechtlich, gelblichweiß bis ockergelb sind die männlichen, schmutzig indigoblau bis dunkelgrün die weiblichen Stücke. Sie geben ihre Geschlechtsprodukte in das Wasser ab und gehen dann zugrunde, ähnlich wie wir es bei den heteronereiden Formen der Lycoriden sahen. Woher stammen nun jene gewaltigen Massen von Wurm-Hinterenden? Krämer und Friedländer waren es, die unabhängig voneinander zuerst Klarheit hierüber schafften. Sie schildern, wie in den Ritzen und Spalten der Korallenblöcke des Meeresbodens jene Eunice viridis lebt, bis sie kurz vor dem obenerwähnten merkwürdigen Zeitpunkt geschlechtsreif wird, und zwar finden sich die Geschlechtsprodukte nur in den Ringeln der hinteren Körperhälfte, die zugleich eine Umwandlung durchmachen, durch welche diese Körperstrecke zum Schwimmen befähigt wird. Ist dann die Zeit zum Schwärmen gekommen, so reißt das Hinterende ab und schwimmt nach oben, während die den Kopf tragende vordere Hälfte des Wurmes im Steingeröll des Bodens verbleibt und das Verlorengegangene wiederherstellt.

Ein ähnliches Verhalten wie an diesem „pazifischen Palolo" hat A. G. Mayer an dem „atlantischen Palolo", Eunice fucata *Ehlers*, festgestellt, einem Wurm, der bei den Tortugas-Inseln schwärmend betroffen wird. Endlich ist neuerdings auch ein „japanischer Palolo", Ceratocephale ossawai *Izuka*, entdeckt worden, der aber zur vorigen Familie, den Lycoriden, gehört.

Meist kleinere Würmer enthält die Familie der Syllidae, deren Vorderende besonders reich mit Fühlern und Fühlfäden ausgestattet ist. Von ihren weitverbreiteten Arten mögen hier Syllis variegata *Grube*, Grubea limbata *Clap.* und Myrianida fasciata *M.-E.* genannt sein. Mit den eigenartigen Fortpflanzungsverhältnissen dieser Familie werden wir uns später noch etwas zu beschäftigen haben.

Schon äußerlich durch ihre glasklare Durchsichtigkeit geben sich die Mitglieder der Familie der Alciopidae als Bewohner des offenen Meeres kund. Durch ihre Farblosigkeit geschützt, schwimmen sie lebhaft in den oberen Schichten der See umher und suchen Beute zu machen, die sie mit ihren hochorganisierten, prachtvoll roten, dunkelbraunen oder schwarzen Augen erspähen. Unsere Farbentafel bei S. 288 zeigt oben rechts einen Angehörigen dieser Familie, Asterope candida *Chiaje*.

Eine folgende Familie, Phyllodocidae, hat die Rücken- und Bauchfühlfäden, die ihr als Ruder dienen, blattartig erweitert. Ihr Körper ist stark verlängert und aus zahlreichen Ringen zusammengesetzt. So zählt z. B. der Körper von Phyllodoce laminosa *Sav.* von den französischen und englischen Küsten gegen 300—400 Ringe, und Quatrefages versichert, daß sie über 60 cm lang würde. Rymer Jones hat recht, wenn er sagt, daß sie mit unbeschreiblicher Eleganz schwimmt. Wie viele andere Raub-Anneliden liegt sie während des Tages ruhig in einem Versteck. Erst mit der Dunkelheit macht sie sich hervor, um nach Beute umherzuschwimmen, wobei der ganze Körper horizontale Wellenbewegungen ausführt, unterstützt von den Rudern. Diese werden gestreckt und angezogen



Gemeiner Sandwurm, Arenicola marina *L.* Natürl. Größe.

in jener Aufeinanderfolge, wie man sie an den Beinen der Tausendfüßer sieht, also in von hinten nach vorn laufenden Wellen. Indem nun alle diese in zierlichster Unruhe befindlichen Teile fortwährend ihre Stellung gegen das Licht ändern, geht über den im ganzen grünen Körper ein wundervolles Irisieren in Violett, Blau und Gold. Die auf der beigehefteten Tafel abgebildete Phyllodoce paretti *Blainv.* führt eine ähnliche Lebensweise.

Einen ganz anderen Eindruck macht wiederum die Familie der Glyceridae. Der langgestreckte Körper dieser Tiere läuft in einen kegelförmigen Kopflappen aus, der ebenso wie die Segmente nochmals schmal geringelt ist. Die Glyceriden können einen im Verhältnis zu ihrer Größe ganz gewaltigen Rüssel vorstrecken, der meist vier starke Kieferzähne trägt. Wie sie sich seiner bedienen, beobachtet man leicht, wenn man sie am Seestrand unter Steinen auf sandigem Boden überrascht: sie bohren sich alsdann, den Rüssel abwechselnd mit Gewalt ausstreckend und einziehend, in den Boden ein. Ihrer versteckten, lichtscheuen Lebensweise entspricht auch die wenig lebhafte Färbung. Die Verbreitung der Gattung Glycera *Sav.* ist eine sehr große; man kennt sie von Neuseeland, Valparaiso, Peru, von Grönland und vom Nordkap, wie denn auch eine Reihe von Arten in den mittel- und südeuropäischen Meeren nicht fehlt. In der Nordsee und im Mittelmeer ist Glycera capitata *Oerstedt* häufig.

Der Gemeine Sandwurm, Pier, Arenicola marina *L.* (piscatorum), gehört zu der sehr natürlichen, gut abgeschlossenen Familie der Telethusae (Arenicolidae), deren Mitglieder eine ähnliche Lebensweise führen wie die Glyceriden. Er erreicht eine Länge von 22 cm und ist in der Färbung sehr veränderlich; grünliche, gelbliche und rötliche Tinten herrschen vor, es gibt aber auch sehr helle und fast tiefschwarze Stücke. Die Schattierungen dieser Färbungen stehen offenbar im Zusammenhang mit der Beschaffenheit des Aufenthaltes, indem die helle Spielart nur in fast reinem Sandboden, die schwarze in einem Boden vorkommt, der durch starke Beimischung sich zersetzender pflanzlicher und tierischer Abfallstoffe fast schlammig ist. So findet man diese dunkel gefärbten Sandwürmer mit einem Stich ins Grüne z. B. in dem schlammigen Hafen von Nizza. Über den kleinen dreieckigen Kopf hervor kann der einem Becher gleichende Rüssel gestreckt werden. Die vorderen Körpersegmente tragen auf dem Rücken bloß die in Höcker eingepflanzten Borstenbündel, hinter denen auf den 13 mittleren Segmenten die äußerst zierlich verzweigten Kiemenbäumchen stehen. Das letzte Drittel des Körpers ist ganz drehrund, ohne Kiemen und Fußhöcker.

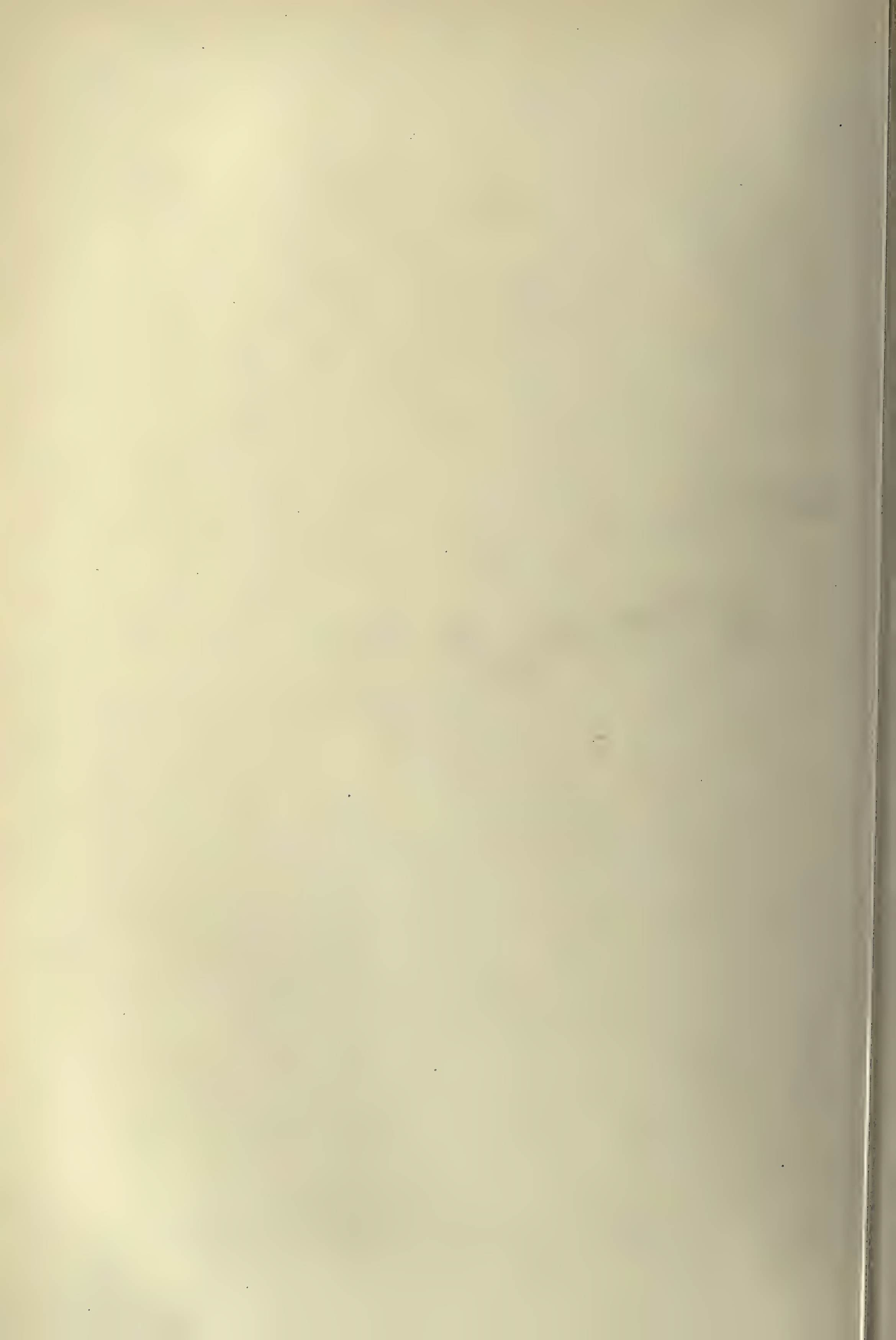
Der Fischer-Sandwurm lebt fast an allen Küsten von Europa und von Grönland, und er ist fast der einzige Wurm, der einen gewissen wirtschaftlichen Wert hat, da, wie Wagner nachweist, allein auf der Insel Norderney 9½ Millionen Stück Sandwürmer zum



Borstenwürmer des Meeres.

[illegible] Größe.

1. Serpula [illegible] *L.* — 2. [illegible] — 3. Aphrodite [illegible] *L.*



Schellfischfang verwendet werden. An vielen sandigen Uferstrecken kommt er in ungeheuren Mengen vor. Er liebt die Zone, die bei der Ebbe bloßgelegt wird, und hier wird ihm von den Fischern eifrig nachgestellt. Die Jagd ist zwar nicht schwierig, erfordert aber eine gewisse Kenntnis seiner Lebensgewohnheiten. Gleich den Regenwürmern verschlingt der Sandwurm große Mengen des Bodens, in dem er lebt, um damit die zu seiner Ernährung dienenden organischen Stoffe in den Magen zu bekommen. Gleich den Regenwürmern kommt er an die Oberfläche, um sich des durch seinen Leib gegangenen Sandes zu entledigen. Diese Häufchen werden zu Verrätern des Wurmes, indem sie das eine Ende des Ganges bezeichnen. Dieser biegt sich sehr tief in die Erde, und bei der geringsten Erschütterung versenkt sich in ihm der Sandwurm mit außerordentlicher Geschicklichkeit. Man muß also mit dem Haken zwischen die beiden Öffnungen der Röhre möglichst tief eingehen, aber man wirft den Sand häufig vergeblich auf. Aus seinem Verstecke herausgenommen, bewegt sich der Sandwurm sehr langsam. Er sondert dann eine reichliche, die ihn berührende



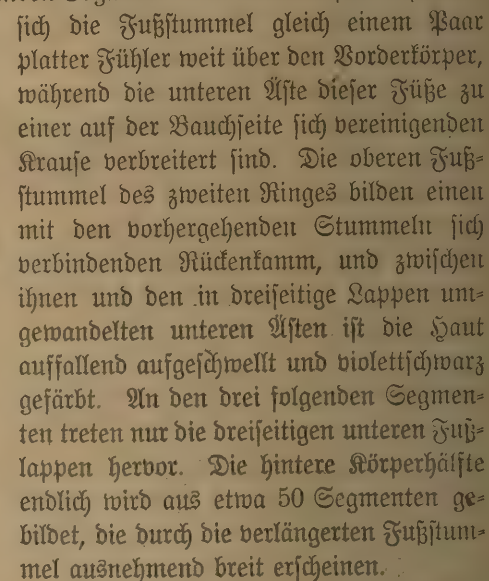
Praxilla collaris *Clap.* Natürliche Größe.

Hand grüngelblich befleckende Flüssigkeit ab. Setzt man ihn auf Sand, so beginnt er sogleich, sich einzugraben. Er verfährt dabei folgendermaßen. Die vorderen Körperringe nehmen nacheinander an Umfang ab, so daß jeder ganz in den nächstfolgenden eingeschoben werden kann. Sind sie alle zurückgezogen, so erscheint das Vorderende abgestutzt; im anderen Falle bilden sie einen regelmäßigen Kegel, und damit ist der Bohrapparat gegeben. Nachdem die Ringe eingezogen sind, stemmt der Wurm den Kopf gegen den Sand und öffnet sich durch kräftiges Vorstrecken des Kegels einen weiteren Weg. Da der so gewonnene Raum aber zu eng und der Entfaltung der Kiemen hinderlich sein würde, so wird er durch eine unmittelbar auf das Vorstrecken erfolgende Anschwellung der Ringe erweitert. Nun rückt der Körper nach, und die einzelnen Arbeiten wiederholen sich. Während dieses Eindringens sondert der Vorderkörper eine klebrige Masse ab, durch welche die innerste Sandschicht zu einer zarten Röhre verkittet wird, die jedoch ausreicht, den Einsturz der Höhlung zu verhindern. Diese ist nun also so weit, um dem weder durch Sand noch Schlamm verunreinigten Wasser den Zutritt zu den Kiemen zu gestatten. Das Aufsteigen der Arenicola in der Röhre geschieht natürlich mit Hilfe der Borstenbündel.

Eine ähnliche, obwohl nicht tief eingreifende Verschiedenheit der Körperstrecken, wie die Sandwürmer, zeigt auch die Familie der Clymenien oder Maldanidae, zu der Praxilla collaris *Clap.* (Arenia) gehört. Diese Gattung weist jedoch nicht, wie die meisten anderen,

drei, sondern nur zwei Abschnitte auf. Der vordere, schmutzig rötlich gefärbte Teil verändert durch Einschnürungen und Zusammenziehen vielfach seine Form. Der hintere, lange Körperteil ist gelblichrot. Quatrefages, der dieses Tier an der französischen Küste beobachtete, erzählt, daß er es sehr häufig in einem so ausgewaschenen, reinen Sande gefunden hat, daß die Möglichkeit einer Ernährung gar nicht vorhanden zu sein schien. Der ganze Darmkanal war mit solchem feinen Sande angefüllt, wodurch die schon an sich große Zerbrechlichkeit des Körpers noch erhöht wurde. Es war kein einziges Stück ganz zu erhalten.

Zu einer sehr merkwürdigen Familie der röhrenbewohnenden Borstenwürmer, den Chaetopteridae, gehört die Gattung Chaetopterus, dessen Körper drei ganz verschiedene Abschnitte zeigt. Der Kopf bildet einen am Rücken ausgerandeten Trichter. Dann folgen neun Segmente mit flachen, verlängerten Fußstummeln, die auf dem oberen Rande ein Bündel brauner Borsten tragen. Höchst auffallend ist die Umbildung der fünf den Mittelteil des Körpers zusammensetzenden Segmente. Von deren erstem erstrecken sich die Fußstummel gleich einem Paar platter Fühler weit über den Vorderkörper, während die unteren Äste dieser Füße zu einer auf der Bauchseite sich vereinigenden Krause verbreitert sind. Die oberen Fußstummel des zweiten Ringes bilden einen mit den vorhergehenden Stummeln sich verbindenden Rückenkamm, und zwischen ihnen und den in dreiseitige Lappen umgewandelten unteren Ästen ist die Haut auffallend aufgeschwellt und violettschwarz gefärbt. An den drei folgenden Segmenten treten nur die dreiseitigen unteren Fußlappen hervor. Die hintere Körperhälfte endlich wird aus etwa 50 Segmenten gebildet, die durch die verlängerten Fußstummel ausnehmend breit erscheinen.



Chaetopterus pergamentaceus *Cuv.* Natürliche Größe.

Der hier beschriebene und abgebildete Chaetopterus pergamentaceus *Cuv.* findet sich an der Küste der Normandie und im Mittelmeer. Er erreicht eine Länge von 22 cm und bewohnt die größeren Tiefen in Röhren von etwa 32 cm Länge. Diese bestehen aus mehreren Lagen und gleichen einem groben, gelblichen Pergament. Gewöhnlich sind sie gewunden und auf irgendeinem festen Gegenstand angeheftet. Aus seiner Röhre herausgezogen, ist der Wurm für den Beobachter wegen seiner Trägheit sehr wenig belustigend und erschwert die nähere anatomische Untersuchung durch reichliche Absonderung eines dicken, zähen, sich an die Finger und Instrumente anlegenden Schleimes.

Die angeführte und andere Arten von Chaetopterus, die im Golf von Neapel vorkommen, zeichnen sich durch ihr Leuchten aus. Nach Panceris Beobachtungen muß man die Tiere reizen, wenn sie leuchten sollen. Dann verbreitet sich der Leuchtstoff wolkenartig im Wasser. Das Tier glänzt in lebhaftem, bläulichem Lichte, und zwar im dunkeln Raume so stark, daß man die umstehenden Personen erkennen und die Uhr ablesen kann. Der genannte Neapolitaner Naturforscher, der seit Jahren die Leuchterscheinungen der niederen Tiere unermüdlich untersuchte, hat in Chätopteren, namentlich in Chaetopterus variopedatus *Clap.*, der sich seine Röhre aus Sandkörnern zusammenleimt, gewisse Zellen und Drüsen als Erzeuger des Leuchtstoffes nachgewiesen.

Über die Art, wie Chaetopterus pergamentaceus lebt, und wie man sich seiner bemächtigt, ohne Röhre und Tier zu verletzen, verdanken wir Lacaze-Duthiers genaue Angaben. Folgt man an flachen Küsten der Ebbe, so trifft man ihn oft auf Wiesen von Seegras (Zostera marina) in Sand mit schlammigem Unterboden. Das Tier verfertigt eine Röhre, die weit länger als sein Körper, an beiden Enden offen und Uförmig in den Boden gesenkt ist. Sie bleibt daher auch während des Zurücktretens des Meeres mit Wasser gefüllt, und der Wurm kann ununterbrochen seine Atembewegungen in seiner geräumigen Wohnung fortsetzen. Will man Tier und Röhre unbeschädigt haben, so darf man sich natürlich nicht auf das Schleppnetz oder die Gabel verlassen, sondern muß die Röhre frei legen und ausgraben, während ein Gehilfe die beiden Enden festhält.

Die Angehörigen der kleinen Familie der **Kopfringler**, Capitellidae, über die Eisig eine vorzügliche Monographie herausgegeben hat, sind im Verhältnis zu ihrer Breite lang, wenn auch meist nicht von bedeutender Größe (von 3,5 mm bis 15 cm); nur Dasybranchus caducus *Grube* erreicht eine größere Länge. An ihrem Körper lassen sich deutlich zwei Abschnitte unterscheiden, ein lebhaft roter, kürzerer, vorderer mit ganz zurückgebildeten anhangslosen Fußstummeln, und ein blasserer, längerer, hinterer, an dem die Fußstummel auch nur wenig vorspringende Wülste bilden und die bald einfachen, bald verzweigten Kiemen tragen. In der Mundhöhle befindet sich ein mächtiger, vorstülpbarer Rüssel, der bloß mit Papillen besetzt, sonst aber unbewaffnet ist. Die Augen sitzen als Pigmentflecke am Kopflappen und treten bei manchen Arten in ziemlich ansehnlicher Zahl zeitlebens, bei anderen nur in der Jugend auf, um sich im erwachsenen Zustande auf ein Paar zu verringern. Die Gattung Capitella *Blainv.*, zu der die in der Nordsee nicht seltene Capitella capitata *Fabricius* gehört, hat ständig nur ein einziges Paar, was stammesgeschichtlich offenbar der neueste Zustand ist. Die Augen spielen bei der Lebensweise dieser Tiere, die sich in Sand und Schlamm einbohren, eine nebensächliche Rolle.

Sehr interessante Untersuchungen machte Eisig über die Anpassungsfähigkeit der Kopfringler an das süße Wasser. Er brachte eine Anzahl von Capitellen in Gesellschaft anderer Borstenwürmer (Spio) in Aquarien mit Seewasser, dem er nach und nach von Anfang Januar bis Ende April Süßwasser zusetzte. Die Exemplare von Spio starben schon bei einem Gemisch von 1000 Teilen Süßwasser auf 600—700 Seewasser, die Capitelliden ertrugen aber eine Mischung von 1000 Teilen Süßwasser auf 400 Teile Seewasser, erst in dieser fingen sie an abzusterben.

Durch diesen Versuch wird ein interessanter Ausblick auf die Anpassung der Meeresanneliden an das süße Wasser eröffnet, bei der die Natur, die über unbeschränkte Zeiträume verfügt, viel langsamer zu Werke gegangen ist und mit vielen Generationen anstatt mit

einzelnen Individuen arbeiten konnte. Tatsächlich gibt es nun auch eine allerdings nur kleine Anzahl von Polychäten, meist Angehörigen der Familie der Lycoriden (S. 277), die dauernd im Brackwasser oder gar im Süßwasser leben.

Röhren der Sabellaria alveolata *L.* Natürliche Größe.

Die Familien, zu denen wir jetzt übergehen, besitzen Kiemen, die in Form von Bäumchen oder Fadenbüscheln auf das Kopfende beschränkt sind. Ihr weder mit Zähnen noch mit vorstreckbarem Rüssel versehener Mund deutet auf eine friedlichere Lebensweise als die der meisten bis jetzt besprochenen Formen, und damit in Einklang steht denn auch, daß sie dauernd in Röhren hausen.



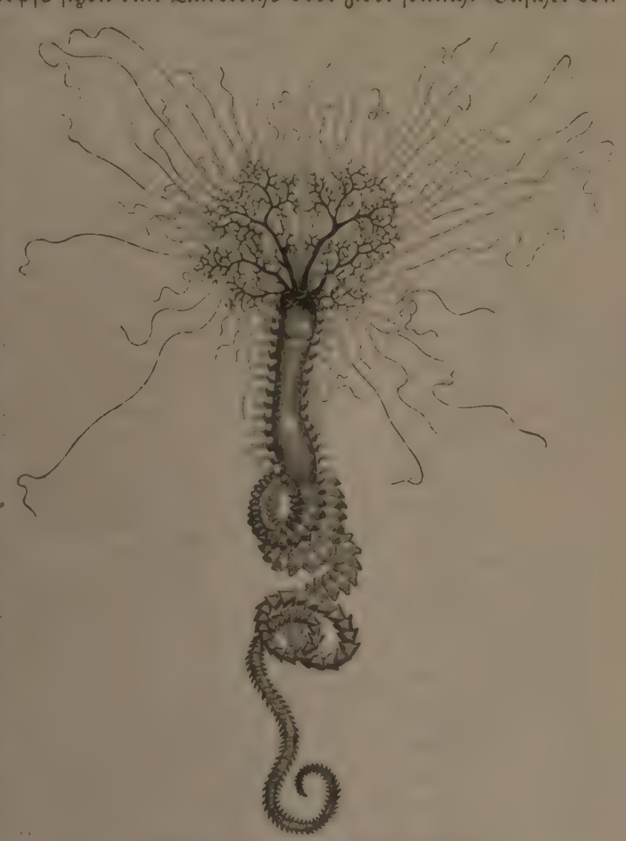
Sabellaria alveolata *L.* Vergrößert.

Mit frisch von der Austernbank losgelösten Austern ist uns ein unregelmäßiger Fladen von Sand und Sandröhren gebracht worden, eine Kolonie der Sabellaria alveolata *L.* (Hermella) aus der Familie der **Hermellidae.** Die Röhren, aus feinen Sandkörnchen zusammengekittet, liegen ohne Regel übereinander, nur daß die Mündung einer jeden frei geblieben ist. Jede ist unabhängig von der anderen durch ihre Inwohnerin gebaut worden, dann hat sich der Sand auch in die Zwischenräume gelegt und ist durch eine von den Tieren ausgeschiedene, ihn durchdringende Klebemasse ziemlich fest geworden. Infolge der unangenehmen Störung haben sich die Tiere in ihr Versteck zurückgezogen, und hinter dem Eingang jeder Röhre sieht man einen metallglänzenden Deckel. In ein Gefäß mit Seewasser getan, fühlen sie bald das Bedürfnis, mit der Außenwelt in Verkehr zu treten, der Deckel schiebt sich über den Eingang hervor, lüftet sich, und unter ihm kommen zwei Büschel feiner Fäden heraus. Der Kopf ist sichtbar geworden, schreckt aber bei der leisesten Berührung wieder zurück. Es hilft nichts: will man die Wißbegier befriedigen, muß die Röhre ganz zerbrochen und das ungebärdig sich krümmende Tier in ein kleineres Gefäß gebracht werden, wo es sich bald ziemlich ruhig in sein Schicksal ergibt.

Die auffallende Form des Kopfes wird dadurch bedingt, daß die zwei großen Fühler miteinander verschmelzen und auf ihrer abgestutzten Fläche einige Reihen breiter, zum Teil gezähnelter Plattborsten tragen; sie sind damit zu einem den Eingang der Röhre verschließenden Stöpsel oder Deckel umgestaltet (a). Wahrscheinlich versehen auch die beiden Fadenbüschel (b) unten zu beiden Seiten des Mundes die Stelle

von Atemorganen, allein die wahren Kiemen treffen wir als Züngelchen auf allen mit Fußstummeln (d) versehenen Segmenten. Der Körper endigt mit einem drehrunden, ungeringelten, borstenlosen Abschnitt (e).

Eine der umfangreichsten und veränderlichsten Familien ist die der Terebellen, Terebellidae. Ihr gestreckter, aber sehr zusammenziehbarer und weicher Körper ist rund und vorn meist am dicksten. Am Kopfe sitzen eine Querreihe oder zwei seitliche Büschel von Fühlfäden, bei einigen in so großer Menge, daß man sie schwer zählen kann. Diese Organe befinden sich nämlich in einer fortwährenden schlangenartigen Bewegung, verkürzen und verlängern sich und scheinen wie für sich lebendig durcheinander zu kriechen, daß man, wenn ihre Anzahl steigt, jede Übersicht verliert; ihre Zahl nimmt übrigens, wie Dalyell beobachtet hat, mit dem Alter zu. Da sie meist gelblich oder rötlich gefärbt sind, geben sie in diesem Durcheinander einen sehr lieblichen Anblick. Wegen ihrer großen Zartheit gehen sie leicht verloren, aber ohne großen Nachteil für das Tier, dem sie in kurzer Zeit wieder nachwachsen. Bei den eigentlichen Stammarten der Terebellen stehen auf den vorderen Körpersegmenten mehrere Kiemen; bei der hierneben abgebildeten Art sind es drei zierlich verzweigte Bäumchen. Die oberen Fußstummel aller Terebellen tragen Büschel von Haarborsten. Alle verwenden Material aus ihrer Umgebung (z. B. Muschelstückchen und Sand), um es zu ihren Wohnröhren zusammenzukitten. Von ihrer Vorliebe für Muschelfragmente zu ihrem Bau hat die in allen mitteleuropäischen Meeren gemeine Lanice conchilega *Pallas* (Terebella) ihren Namen. Die Röhren sind vorn mit zahlreichen hohlen Fortsätzen zur Bergung der Fühlfäden versehen. Ehlers erzählt: „Auf der unweit Spiekeroog gelegenen, zur Ebbezeit frei laufenden ‚Krabbenplate‘, einer Bank, welche fast ganz von den Bauten der Sabellaria spinulosa bedeckt ist, desgleichen am Wattstrande ragen solche Röhren mit ihren sehr mannigfaltig gestalteten Anhängen mehr oder minder hoch, gerade aufrecht gerichtet über die Oberfläche des Bodens hervor, scheinbar leer; gräbt man aber vorsichtig den Grund, aus welchem sie hervorragen, auf, so befördert man die sehr tief in den Boden dringenden Röhren heraus und erhält damit den meist bis in den Grund der Röhre zurückgezogenen Insassen, die Lanice conchilega.



Eine Terebellide. Natürliche Größe.

„In einem kleinen, gut durchlüfteten Aquarium ließen sich dann die in den Röhren eingeschlossenen Tiere sehr gut am Leben erhalten und gaben mir Gelegenheit, die Art und Weise zu beobachten, in welcher die Würmer ihre Röhren bauen. Insofern allerdings unterschied sich der Anbau, welchen die beobachteten Tiere an ihren Röhren machten, von den Verhältnissen im Freien, daß im Aquarium, in welchem die Röhren ihrer ganzen Länge nach frei lagen, die Tiere bisweilen an beiden Eingängen in die Röhre fadenförmige Anhänge anbauten, während im Freien nur der über den Boden vorragende Teil solche Anhänge erhält. Gelegentlich baute auch einmal ein Wurm eine zylindrische Röhre wieder über die mit Anhängen besetzte Mündung hinaus; das geschieht im Freien wie im Aquarium. — In der Wahl der Stoffe, welche die Würmer zum Bau verwenden, waren sie im Aquarium nicht wählerisch, während an allen Wurmröhren, welche ich ausgrub, der im Boden steckende Teil der Röhre ausschließlich von Sandkörnchen zusammengesetzt und nur das frei vorragende Stück mit den verschiedenartigsten Fragmenten bekleidet war.

„Die Tiere streckten aus der einen Öffnung der Röhre die langen Fühler hervor und suchten mit diesen nach dem zum Bau zu verwendenden Material. Gab ich dem Wurme nun ein etwas größeres Stückchen, ein Steinchen oder ein Bruchstück einer Muschel (Glasscherben wurden meistens verschmäht), so wurde dieses mit einer mehr oder minder großen Zahl von Fühlern ergriffen und in die Röhre hinein, zu dem in dieser verborgenen Tiere gezogen, wobei meistenteils sämtliche Fühler mit eingezogen wurden. Nach einer kurzen Zeit quoll dann die ganze Masse der Fühler aus der Röhre hervor, und ihr folgte das Vorderende des Tieres; dieses trug dann das vorher eingezogene Stückchen zum Teil mit dem Kopflappen, besonders aber mit den wie eine Sohle abgesetzten Bauchschildern der vorderen Segmente, auf denen das Stückchen meistens derartig auflag, daß die Ränder der Schilder es zum Teil umfaßten. Nun hob sich wie tastend der Wurm an den Rand der Röhre und setzte das Stückchen an den erwählten Ort; es erfolgte ein meist ruckweises Loslassen des Stückchens, und wie sich der Wurm nun schnell in die Röhre zurückzog, sah man das Stückchen fest an seinem Platze angekittet. In solcher Weise wurden Sandkörnchen und kleinere Fragmente am Umfang des Röhreneinganges in der mannigfaltigsten Weise aufgekittet... Wurde dem Wurme aber ein Stück geboten, das zu groß war, als daß es in die Röhre hineingezogen werden konnte, etwa eine halbe Muschelschale, so trat das Vorderende des Wurmes an dieses durch die Fühler an den Röhreneingang herangezogene Stück, strich mit der ventralen Fläche des Vorderkörpers über dasselbe, und danach klebte das Stück an der Röhre fest.

„Aus meinen Beobachtungen geht hervor, daß bei dem Bau der Röhren die Fühler, welche über ihre ganze Länge eine flimmernde Rinne tragen, nur insofern verwendet werden, als der Wurm mit ihnen das zum Bau zu verwendende Material aufsucht und ausliest... Vielmehr vollführt das Ankitten der einzelnen Teilchen das Tier in der Weise, daß es zunächst einen klebenden und schnell erhärtenden Stoff, der mit der Grundlage der fertigen Röhre übereinstimmt, auf das ergriffene Stück bringt. Der Stoff ist das Sekret von Hautdrüsen, welche besonders zahlreich auf den flimmernden Flächen des Kopflappens und der Seitenlappen der anderen Segmente, dann auch auf den Bauchschildern und an den Fühlern sich finden. Er wird wahrscheinlich unter Mitwirkung der den Mundeingang umgebenden Lippen auf das ergriffene Stück gebracht, während dieses vom Kopflappen gefaßt ist... Das mit Kitt versehene Stück aber wird von den Bauchschildern und dem Kopflappen an die vom Wurme erwählte Stelle eingesetzt."

Lassen wir uns noch eine Terebellenart, die Töpferin, Amphitrite figulus *Dalyell*, bei ihrem Röhrenbau schildern, und zwar von Rymer Jones. Ihr Baumaterial ist Schlamm. Nimmt man das Tier aus der Röhre, so zieht und wickelt es sich eng zusammen. Sehr bald aber beginnen die Fühlfäden rundum zu suchen, alles, was sie erreichen können, heranziehend. Hatte sie, wie andere Arten, am Morgen der Ruhe gepflegt, so arbeitet die Terebelle in der Zeit des Tages, am emsigsten gegen Abend. Eine Anzahl Fühlfäden ergreifen Schlamm, andere Sandkörner, andere langen nach Muschelstückchen, und das auf diese Art Gesammelte wird durch Zusammenziehen der einzelnen Fühler an den Körper herangebracht. Während dieser Arbeit der Fühlfäden bläht sich der Vorderkörper etwa 15—20mal in der Minute auf, und ebensooft geht eine wellenförmige Bewegung von hinten nach vorn. Dann treten 10—12 Partikelchen des Baumaterials zutage, vermutlich, nachdem sie im Munde zugerichtet worden sind, und werden an den Rand der Röhre angefügt. Dabei scheint die Unterlippe den neuen Teil auf und ab zu glätten oder auch mit der übrigen Röhre zu verkleben. So viel scheint außer Zweifel, daß die Baumaterialien zuerst verschluckt werden.

Die ebenfalls sehr gemeine Polymnia nebulosa *Montagu*, so genannt, weil sie sich mit dem Gewirr ihrer rötlichen Fühlfäden wie mit einer deckenden Wolke umgeben kann, leimt sich zu zeitweiligem Aufenthalt unter den Ufersteinen sehr zerbrechliche Röhren und laubenartige Gänge, die man oft verlassen findet.

In der Familie der Serpulidae sind die Kiemen vollständig an das vordere Ende gerückt, und das durch deren Flimmerhärchen in Strömung versetzte Wasser bringt der unmittelbar darunter gelegenen Mundöffnung die Nahrung zu. Der bei anderen Ringelwürmern getrennte Kopflappen ist hier mit dem durch die Mundöffnung ausgezeichneten ersten Segment verschmolzen, und der so gebildete Kopf ist durch eine Art von breiter Krause vom übrigen Körper abgesetzt. Merkwürdig ist der sogenannte Borstenwechsel, indem in der vorderen Körperhälfte auf dem Rücken Haarborsten, am Bauche Hakenborsten stehen, in der hinteren dagegen die Haarborsten am Bauche sitzen. In der großen Gattung Serpula *L.* sehen wir einen oder auch zwei der Kiemenfäden zu einem keulenförmigen Deckel umgewandelt, der von einem Faden getragen und beim Zurückschlüpfen in die Röhre immer zuletzt zum Verschluß eingezogen wird. Der mikroskopische Aufbau dieser Deckel ist sehr wichtig für die Artunterscheidung und an sich hübsch anzusehen, da Zähnchen, kronenartige Aufsätze, bewegliche Stacheln und dergleichen organisches Schnitzwerk sie bei der einen Art so, bei der anderen so, zierlich kennzeichnen. In der auf der Tafel „Borstenwürmer des Meeres" (bei S. 280) links abgebildeten Kolonie von Serpula vermicularis *L.* sehen wir die Einzeltiere in verschiedenem Maße ihre Kiemenkronen aus den Röhren strecken, wobei der Deckel deutlich zu erkennen ist. Ein anderes Feld der Mannigfaltigkeit derselben Gattung ist in der Bildung der kalkigen Röhre gegeben. Alle Arten sind in ihrer Gestalt einer Verwandlung unterworfen und beginnen mit einem freien Leben. Noch lange, bevor diese Verwandlung vollendet ist, schwitzt das junge Tier eine Kalkröhre aus, die anfänglich zylindrisch und an beiden Enden offen ist. In dem Maße, wie das Tier wächst, verlängert und erweitert es sein Gehäuse. Dieses liegt zunächst der ganzen Länge nach der Unterlage auf, plattet sich auf der unteren Seite ab und erhält auf der freien Oberfläche Streifen, Falten und Kanten und bei einigen Arten Zähne und Einkerbungen an der Kopföffnung. Bei manchen Arten erhebt sich der später wachsende Teil spiralig frei über der Unterlage. Bei der Absonderung und Gestaltung der Röhre ist vorzugsweise der Grundteil der Kiemen und der Kopfkragen beteiligt.

Die überaus zahlreichen Arten der Serpulen finden sich über alle Meere zerstreut und gewähren, wenn sie den Kopfteil hervorstrecken und den Kiemenfächer entfalten, einen sehr anziehenden Anblick. Den stärksten Anteil daran haben die meist gelb, rot oder bunt gefärbten Kiemenfäden. In einigen Fällen sitzen auf den Tentakeln eigentümliche, rote oder violette Pigmentfleckchen, die, wie Koelliker nachgewiesen hat, Augen sind; Branchiomma vesiculosum *Montagu* hat seinen Namen („Kiemenauge") von dieser Eigentümlichkeit. Unterhalb eines jeden liegt ein gestieltes, blattförmiges Organ, ein Augenlid, das sich beim Einziehen der Fühler über die Augen wegschlägt und sie schützt. Auch die durchscheinenden Blutgefäße geben wunderhübsche Zeichnungen. Bei einigen ist das Blut grün, bei anderen rötlich oder gelblich, bei noch anderen ist es völlig farblos.

Die der vorigen nahe verwandte Gattung Spirographis *Viv.* baut durch Ausschwitzung einer klebrigen Masse biegsam bleibende Röhren, die mitunter, z. B. bei der schönen Spirographis spallanzani *Viv.* (Sabella unispira) des Mittelmeeres (s. die beigegebene Farbentafel und Tafel „Würmer", 5, bei S. 228), lederartig aussehen, in anderen Fällen, indem sie sich mit Sand und Muschelstücken bedecken, ganz denen der Terebellen gleichen.

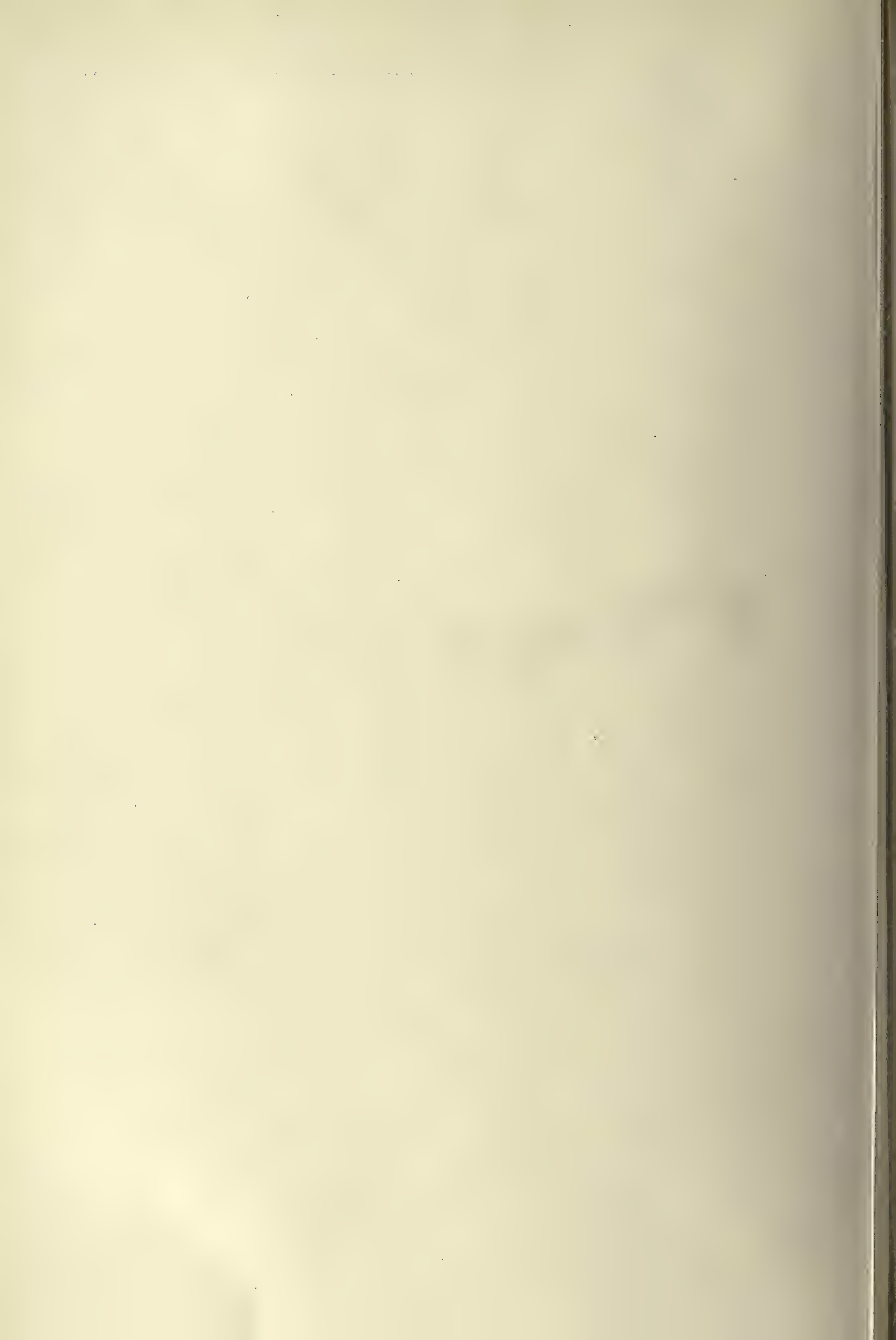
Die Arten der Gattung Fabricia *Blainv.* (Amphicora), die an unseren Küsten ebenfalls in ganz unglaublichen Mengen vorkommen, freilich nur dem auf sie fahnenden Zoologen bemerkbar, sind nur einige Millimeter lang und leben in dem dichtesten Gewirr der Wasserpflanzen, besonders der sich verfilzenden Algen. Hat man ein Büschel dieser Pflanzen mit dem anhaftenden Sand und Schlamm ruhig 1—2 Stunden in einem flachen Gefäß stehen gelassen, so kommen, durch das Atembedürfnis getrieben, eine Menge von kleinen Krebschen und reizenden Würmchen hervor, die sich fast alle am Rande des Tellers ansammeln, um dort des Sauerstoffes der Luft teilhaftig zu werden. Man kann mit ziemlicher Sicherheit darauf rechnen, daß auch die Fabricia sabella *Ehrbg.* darunter ist. Sie hat, was die übrigen Serpulaceen nicht, diese Würmer jedoch auch unter natürlichen Bedingungen zu tun pflegen, ihre häutige Röhre verlassen, um sich nach Futter und Gesellschaft umzusehen.

Wir haben jetzt dem Leser eine im Verhältnis zur Gesamtmenge zwar ausnehmend geringe, aber doch vielleicht zu dem Zwecke genügende Anzahl von Formen der im Meere lebenden Vielborster vorgeführt, um es wagen zu dürfen, ihre Lebensweise in einem Gesamtbilde zu schildern. Wir folgen dabei zunächst wiederum dem ausgezeichneten Kenner Quatrefages.

Eine große Anzahl dieser Ringelwürmer ist imstande, von einer Flutzeit bis zur anderen im vom Wasser entblößten Schlamm oder Sand oder auch in den frei liegenden Röhren zuzubringen, kein einziger aber lebt oberhalb des Flutstriches oder etwa in jener Zone, die beim Flutstande dem Wellenschlage ausgesetzt ist. Am höchsten wohnen noch die Aphroditen, Lycoriden und Sandwürmer. Erst in den unteren Lagen der Ebbezone trifft man einige der Glycera- und Clymenia-Arten. Mit Ausnahme einer Anzahl von Gattungen, die, wie Serpula und Hermella, feste Röhren bewohnen, bohren sich die meisten Ringelwürmer in den Boden und halten sich im Sand, Schlamm, besonders aber in dem eine Beimischung von Schlamm enthaltenden Sande auf, den die Flut zweimal des Tages bedeckt und entblößt. Dies gilt jedoch nur von Gestaden mit einigermaßen beträchtlicher Fluthöhe. Im Adriatischen Meere, wo sie kaum 1—2 Fuß beträgt, bleiben die meisten Vielborster immer unter dem Wasserspiegel. Jedenfalls wühlen in dieser oberen Zone die meisten, und zwar



Röhrenwurm, Spirographis spallanzani *Viv.*



ist ihnen der Boden am liebsten, der durch eine richtige Mischung von Sand und Schlamm eine gewisse Festigkeit erlangt hat, ohne jedoch den Wühlarbeiten große Schwierigkeiten entgegenzusetzen. In schönster Weise vereinigen sich diese Bedingungen in den untermeerischen Wiesen von Seegras (Zostera). Sie geben eine reiche Ausbeute, wenn man sie geradezu abgräbt, da von ihnen zunächst die pflanzenfressenden Arten angelockt werden, diesen aber die fleischfressenden nachfolgen. Sehr beliebte Schlupfwinkel sind Felsenritzen, und eine Menge der zartesten Syllideen und der kleinen Lycoriden bergen sich mit den Amphicorinen zwischen Tangen und Korallinen. Überall, wo diese Pflanzen und Tierstöcke im stärksten Wellenschlage sich angesiedelt haben, ist man sicher, jene kleinen Ringelwürmer anzutreffen. Frei im Wasser, in unmittelbarer Nähe der Küste, halten sich, wie leicht begreiflich, keine Arten auf. Das hohe Meer sagt aber einer kleinen Anzahl zu, vor allen den durchsichtigen Alciopiden.

Für den Beobachter und Sammler hat das Bauen und Bilden der Gänge und Röhren großes Interesse. Einzelne Züge dieser Verrichtungen haben wir oben schon angeführt. Die Gänge im Sande und Schlamm werden mit dem Rüssel gebohrt. Durch Zusammenziehung des Leibes preßt der Wurm die blutartige Leibesflüssigkeit nach vorn und stößt damit den Rüssel gewaltsam hervor. Dieser dringt so lang, wie er ist, in den Boden, und da er in der Regel beim Hervorstrecken dicker wird als das Tier, rückt dieses beim Zurückziehen leicht vor. Dieses Verfahren kann sehr schnell wiederholt werden, und so gräbt sich ein mehrere Zentimeter langer Wurm in kürzester Zeit ein. Bei der Mehrzahl der auf solche Weise minierenden Arten wird gar nicht für den Bestand der Röhren gesorgt, einige Lycoriden und andere kleiden sie aber mit einem dünnen, vom Körper abgesonderten Überzuge aus, der sich im wesentlichen wie die Röhren der Sabellen und Chätopteren verhält. So verschiedenartig alle diese wahren Röhren, von den schleimigen und gallertigen einzelner Sabellen bis zu den äußerst harten der Serpulen, sind, in allen Fällen entstehen sie durch Ausschwitzungen der Tiere. Nie aber besteht eine solche innige Verbindung zwischen dem Tiere und der Röhre wie etwa zwischen dem Schneckengehäuse und der Schnecke oder der Muschelschale und der Muschel, welche letzteren mit den von ihnen abgesonderten festen Wohnungen verwachsen sind. Eine Nereis (Nereis fucata *Sav.*) hat sich dem Bernhardkrebs (Pagurus prideauxi) angeschlossen, lebt friedlich neben ihm in seiner Schneckenschale und streckt, wie A. Wirén schildert, ihr Vorderende nur hervor, wenn der Krebs gerade bei einer Mahlzeit ist. Dieser Forscher meint, daß hier eine echte Symbiose vorliegt, indem der Krebs dem Wurme Nahrung und Wohnung bietet, dieser ihn aber wohl vor allen möglichen kleinen Eindringlingen in das Schneckenhaus (Krebschen, anderen Würmern usw.) schützt.

Die auf vielen unmittelbaren Beobachtungen beruhende Einteilung der bisher betrachteten Ringelwürmer in Fleischfresser (Rapaces) und Schlammfresser (Limivora) ist nur eine biologische, der sich die natürliche Verwandtschaft der Familien nicht fügt. Der Nutzen der Vielborster für den Menschen beschränkt sich auf die Verwendung als Köder, in einigen seltenen Fällen, wo innerhalb kurzer Zeit gewaltige Mengen von Ringelwürmern auftreten, wie beim japanischen Palolo, benutzt man sie als Dünger, und eine Form (Nereis succinea *Leuck.*) wird mittelbar dadurch nützlich, daß sie eine der erbittertsten Feindinnen des Pfahlwurmes ist, den sie in seinen Bohrgängen aufsucht und frißt.

Man kann die verschiedensten Arten in engen Gefäßen beisammen halten, ohne daß sie einander anfallen und sich gegenseitig aufzehren. Die meisten empfinden offenbar das helle Tageslicht, besonders den unmittelbaren Sonnenschein, als sehr unangenehm: die frei

lebenden suchen emsig nach einem Versteck, die Röhrenwürmer bleiben so lange wie möglich in ihre Behausung zurückgezogen. Erst wenn in den kleineren Gefäßen, in denen man sie für das Studium aufbewahrt, eine dem Geruchsorgan sehr bemerkliche Zersetzung beginnt, verlassen selbst solche Röhrenwürmer, wie Serpula, ihr Haus. Sie sind dann auch nicht imstande, sich wieder neue Wohnröhren zu bauen, sondern gehen zugrunde, selbst wenn man sie in reines Wasser zurückbringt. Ihr unruhiges, scheues Benehmen im Sonnenschein würde zwar allein nicht ausreichen, die Mehrzahl der Seeringelwürmer für nächtliche Tiere zu halten, allein die Wahl ihres Aufenthaltes macht dies wahrscheinlich.

Auch über die Vermehrung der Polychäten seien hier noch einige zusammenfassende Angaben beigefügt. Wir wissen bereits, daß sich aus den Eiern dieser Tiere in den weitaus meisten Fällen freischwimmende Trochophora-Larven entwickeln. Diese haben je nach den Familien, denen sie angehören, ein etwas verschiedenes Aussehen, vor allem pflegt die Bewimperung recht verschiedenartig zu sein. Sie treiben sich lebhaft im Meer umher, um möglichst viel Nahrung, kleine Planktonorganismen, aufzunehmen und so ihr Wachstum zu bestreiten. Während diese Wimperringlarve noch keine Spur von Segmentierung erkennen läßt, wandelt sie sich bei einigen Familien, den Aphroditiden, Phyllodociden, Lycoriden und manchen Euniciden, in eine mehrgliederige Larve um, Nectochaeta genannt, an der auch schon Borsten auftreten, die hauptsächlich als Schweborgane dienen. Auf alle Fälle gehört eine mehr oder weniger schnell ablaufende Metamorphose dazu, um aus der Trochophora einen kleinen Wurm von der endgültigen Gestalt hervorgehen zu lassen, der dann zu Boden sinkt und das Leben der Erwachsenen beginnt.

Während die Keimzellen, aus denen sich solche freischwimmende Trochophoren entwickeln, im allgemeinen von den Elterntieren frei in das Wasser entleert werden, finden wir unter den Vielborstern auch nicht wenige Formen, bei denen der Mutterwurm eine gewisse Fürsorge für seine Nachkommenschaft an den Tag legt, so daß wir von einer Brutpflege sprechen können. Das ist einmal der Fall bei einer ganzen Anzahl von Polychäten, die ihre Eier in ihren Wohnröhren absetzen, z. B. bei den in der nereiden Form geschlechtsreif werdenden Lycoriden. Bei diesen pflegt das Weibchen den in der Röhre befestigten Eiern durch wellenförmige Bewegungen frisches Atemwasser herbeizustrudeln, und es verteidigt seine Brut auch gegen etwaige Feinde. Die zu den Serpuliden gehörenden Arten von Spirorbis *Lam.* und Salmacina *Clap.* behalten ihre Eier bis zum Ausschlüpfen der Jungen in dem hohlen Verschlußdeckel ihrer Wohnröhre, der, wie wir sahen, aus einem Kiemenfaden der Fühlerkrone hervorgegangen ist. Manche Sylliden tragen ihre Eier und die sich daraus entwickelnden Jungen eine Zeitlang an ihrem Körper durch Schleim befestigt mit sich herum. Einige Polychäten bringen sogar lebendige Junge zur Welt, wie Nereis diversicolor *O. F. Müller*, Syllis vivipara *Krohn* und andere. In allen diesen Fällen, wo keine frei schwimmenden Wimperringlarven gebildet werden, pflegen sich die Eier durch einen größeren Dotterreichtum auszuzeichnen, denn die entstehenden Embryonen, die übrigens auch ein Trochophora-Stadium in der Eihaut durchmachen, sind bis zu ihrer Verwandlung nicht in der Lage, Nahrung zu erbeuten und aufzunehmen, sondern sie müssen von dem Dotter zehren.

Neben der geschlechtlichen kommt bei manchen Vielborstern auch eine ungeschlechtliche Vermehrung vor, die sich wohl auch hier, wie in den meisten Fällen, aus der großen Regenerationsfähigkeit der Tiere erklären läßt. Wir sahen bereits, daß viele Lycoriden sich zu Beginn der Geschlechtsreife in Schwimmformen umwandeln, um so ihre Keimzellen im freien Meere ausstreuen zu können. Diese Fähigkeit, die Ehlers Epitokie (Claparède Epigamie)

genannt hat, findet sich bei nicht wenigen Vertretern anderer Familien in gleicher Weise. Ferner wissen wir, daß bei den Palolowürmern die hintere zum Schwimmen umgewandelte, mit den Keimzellen versehene „epitoke“ Strecke abreißt und allein emporschwimmt, um nach Ablage ihrer kostbaren Last abzusterben, da sie ja keinen Kopf hat. Das gleiche ereignet sich bei Haplosyllis *Lgrhs.* aus der Familie der Sylliden, in der andere Arten diese Schizogonie genannte Fähigkeit noch weiter treiben. Die abgetrennte epitoke Körperstrecke von Syllis hyalina *Grube* bildet einen neuen Kopf, so daß sie längere Zeit zu leben befähigt ist, doch geht auch sie nach dem Fortpflanzungsgeschäft zugrunde; andere Arten erhalten den neuen Kopf schon vor der Abtrennung. Schließlich kann sich der Vorgang einer solchen Bildung von neuen Individuen gleichzeitig mehrmals an demselben Muttertier, das man auch als Stock oder Amme bezeichnet, wiederholen, so daß ganze Ketten von zunächst noch zusammenhängenden, stets gleichgeschlechtlichen Geschlechtstieren, Stolonen oder Zoide genannt, entstehen. Wir haben dann also eine ungeschlechtliche Vermehrung vor uns, und zwar hat man diese Form der Teilung Gemmiparie genannt. Während sich die Geschlechter der Polychäten sonst äußerlich nicht unterscheiden, pflegt das bei den durch Gemmiparie entstandenen Geschlechtstieren anders zu sein.



Syllis ramosa *M'Intosh.* Etwas verkleinert. (Zu S. 292)

So kommt es, daß man früher, ehe man den Zusammenhang der verschiedenen Formen kannte, die weiblichen Zoide von Autolytus *Grube* einer besonderen Gattung Sacconereis, die männlichen dagegen einer ganz anderen, als Polybostrichus beschriebenen zurechnete.

Da, wo solche Gemmiparie auftritt, haben wir wieder mit einem Generationswechsel zu rechnen, den wir ja schon öfters kennenlernten; doch ist dabei zu bemerken, daß in manchen Fällen, so bei Myrianida *M. Edw.* und bei Autolytus *Grube*, in dem Stammtier Keimzellen vorhanden waren, während es gleichzeitig auf ungeschlechtlichem Wege Nachkommen lieferte.

Nicht immer brauchen die Zoide in einer Reihe hintereinander zu entstehen. Bei Trypanosyllis *Clap.* liegen sie in einem Büschel nebeneinander, dicht vor dem Hinterende des Stammtieres, und bei Syllis ramosa *M'Intosh* (Abb., S. 291), die im Indischen Ozean zu Hause ist, bilden sie mit dem Stammtier eine Art verästelten Tierstockes.

Syllis ramosa wurde zuerst von der Challenger-Expedition in der Alfuren-See und bei Cebu, einer der Philippinen, in Tiefen zwischen 95 und 100 Faden aufgefunden. Die Tiere leben in Glasschwämmen, besonders in dem wundervollen Gießkannenschwamm, und haben einen zarten Körper etwa von der Dicke eines Zwirnfadens. Die Segmente sind schmal und tragen an jeder Seite einen Fuß, der in einem feinen Cirrus endet. Die Cirren sind von zweierlei Länge, aber an jeder Seite wechseln längere und kürzere regelmäßig miteinander ab. Die Neigung dieses Wurmes zur Bildung von Knospen ist ganz außerordentlich; sie treten an den Enden und den Seiten und wo nur immer die Oberfläche des Tieres verletzt wurde, auf, so daß man das ganze Gebilde nicht eigentlich als einen Tierstock anzusehen geneigt ist. Zudem hängen die Seitentiere stets mit ihrem Kopfende am Hauptstamm, während die Individuen eines Stockes im allgemeinen doch freie Vorderenden haben.

Borstenwürmer gibt es in allen Meeren. Noch in der Ostsee finden sich weit über 50 Arten, und man kann nicht sagen, daß sie in wärmeren Gewässern im allgemeinen häufiger wären als in kälteren, obwohl manche Familien (z. B. die Euniciden) in tropischen reicher entwickelt sind. Der nördliche Stille Ozean ist auffallend arm an ihnen. Weiter gibt es Familien, die fast rein pelagisch sind, wie die Tomopteriden, Amphinomiden und Alciopiden. Auch die Glyceriden leben zum weitaus größten Teil auf der Oberfläche des Meeres, gehen aber in einzelnen Formen doch in bedeutende Tiefen (1150 m). Die Spioniden, Hermelliden, Amphikteniden, Hesioniden und Sabelliden, in Röhren wohnende Bodenformen, ziehen flaches Wasser vor, im ganzen auch die Sylliden, die aber doch bis 2800 m Tiefe vorkommen. Nicht wenig festsitzende und frei schwimmende Sippen gehen von der Zone zwischen den Gezeitenlinien bis in ganz gewaltige Tiefen, so die Terebelliden (bis 4650 m), die Lycoriden (bis 3600 m), die Euniciden (bis 4600 m) und die Polynoiden (bis 5000 m). Eine Vertreterin der marinen Borstenwürmer, eine Glycera, wurde, merkwürdig genug, in Japan in einem Binnensee gefunden.

Ein ziemlich allgemein gültiges Gesetz für die Tiefenverbreitung der Seetiere überhaupt gilt auch für die Borstenwürmer, daß nämlich Arten und Gattungen mit großer horizontaler Verbreitung auch in sehr verschiedenen Tiefen vorkommen. M'Intosh konnte sonst weiter kein Gesetz für die Tiefenverbreitung der Ringelwürmer überhaupt aufstellen. So fand der „Challenger" zwischen 1800 und 2200 m nur 4 Arten, zwischen 2201 und 2740 m aber 22, zwischen 2741 und 3658 m 20, zwischen 3659 und 5486 m wieder 22 und unter 5486 m noch 2. Die meisten Ringelwürmer werden beim Fang nicht nur tot, sondern meist auch mehr oder weniger stark beschädigt aus größeren Tiefen heraufgebracht; denn ihr Körper ist in der Regel sehr zart, die Segmente trennen sich, die Leibeshöhle wird aufgetrieben, die Schuppen und Borsten lockern sich und fallen ab. Die Tiefseeformen sind teils Raubtiere, teils Schlamm- und Sandfresser.

Zu den Ringelwürmern stellt man jetzt allgemein eine kleine Familie sehr merkwürdiger Wesen, die vor den grundlegenden Untersuchungen von L. v. Graff von dem einen Forscher zu den Lochwürmern oder Trematoden, von den anderen zu den Asseln und von dritten gar zu den Milben gerechnet wurden. Es sind das die Myzostomidae. Ihre Sonderbarkeiten beruhen auf Rückbildungen, welche die Folge schmarotzender Lebensweise sind. Die Tiere sind nicht groß, der Riese der Sippe (Myzostoma gigas *F. S. Leuck.*) mißt nur 7—8 mm. Ihr Rand ist in 10 Paar fingerförmige Anhänge ausgezogen, und an der Bauchseite stehen 5 Paar ungegliederte, am freien Ende mit je einem Chitinhaken und häufig auch einzelnen Borsten besetzte Stummelfüße, je 5 Stück im Halbkreis an jeder Seite, und zwischen ihnen stehen jederseits 4 Saugnäpfe. Die Oberseite der weichen, oft sehr bunten, gelb oder orange, bisweilen auch gefleckt oder anderweitig gezeichneten Tiere ist durchaus mit Wimpern bedeckt. Sie alle schmarotzen auf Haarsternen und Seelilien (Krinoiden) und nur auf solchen, und da diese sehr altertümliche Tiere sind, werden wir wohl nicht fehlgreifen, wenn wir auch den Myzostomiden einen bis in die graueste Vorzeit zurückreichenden Stammbaum zuschreiben. Die Krinoiden sind aber zugleich wesentlich Bewohner der Tiefsee, woraus folgt, daß die Mehrzahl ihrer Gäste ebenfalls der Tiefsee angehört.



Myzostoma gigas *F. S. Leuck.* A) Der Wurm von unten; B) die durch ihn hervorgebrachten gallenartigen Wucherungen an Armteilen von Antedon. Beide Figuren stark vergrößert.

Die Grade des Schmarotzertums sind bei ihnen verschieden: die einen kriechen frei auf ihren Wirten hin und wider, andere sind die Veranlassung, daß an den Armen der Krinoiden und an deren Anhangsgebilden besondere gallenartige Gebilde auftreten, und die dritten endlich leben paarweise, je ein männliches und ein weibliches Individuum in blasenartigen Wucherungen der heimgesuchten Tiere. Interessant ist es, daß auch echte, degenerierte Ringelwürmer schmarotzend auf Haarsternen (Actinometra) vorkommen.

Zweite Ordnung:

Wenigborster (Oligochaeta).

Die Wenigborster oder Oligochaeta besitzen keine Gliedmaßenstummel und Kiemen an den Seiten der Ringe und keine Anhänge, weder Fühler noch Cirren am Kopfe. Ihre einfachen Borsten stehen in geringer Zahl zu seitlichen Reihen angeordnet in Hautgrübchen. Wir beginnen mit der Familie der Regenwürmer oder Lumbricidae, mit deren äußerer

Erscheinung ja jedermann vertraut ist. Die zoologischen Merkmale dieser Familie sind die zahlreichen, kurzen Segmente, ein kegelförmiger, eine Oberlippe bildender Kopflappen, und die Hakenborsten, die in jedem Segment in vier Gruppen zu je zweien stehen und sehr wenig aus der Haut hervorragen. Außer jener sogenannten, die Körperspitze bildenden Lippe haben die Regenwürmer keine besonderen Sinneswerkzeuge, namentlich weder Augen noch Ohren, gleichwohl sind sie für Lichtreiz empfänglich. Hören wir, was W. Hoffmeister, der die Regenwürmer Deutschlands in einer Monographie geschildert hat, hierüber sagt. „Wer sich mit der Beobachtung der Lebensweise dieser Tiere beschäftigt hat, wird ein mächtiges Hindernis für die Beobachtung in der großen Empfindlichkeit der Würmer gegen Lichtreiz gefunden haben. Eine noch so vorsichtig genäherte Flamme treibt sie schnell in ihre Höhle zurück; doch scheint es immer erst einer gewissen Zeit zu bedürfen, bis der Eindruck perzipiert wird. Denn im ersten Moment pflegen sie ihre Bewegungen trotz der Lichtflamme fortzusetzen, dann halten sie plötzlich inne, gleichsam um zu lauschen, und dann erst ziehen



Gemeiner Regenwurm, Lumbricus herculeus *Sav.* Natürliche Größe.

sie sich mit einem schnellen Ruck in ihre Löcher zurück. Ist der Eindruck einmal aufgenommen, dann kann ein rasches Fortnehmen des Lichtes den eiligen Rückzug nicht aufhalten, scheint ihn im Gegenteil durch den Kontrast noch zu beschleunigen. Nicht der ganze Körper empfindet den Eindruck, sondern nur die ersten Ringe, an denen die vom Schlundringe ausgehenden Nervenbündel liegen. Ein Wurm, der mit dem Kopfe in das Loch eines Nachbars gedrungen oder unter einem Stückchen Holz versteckt war, vertrug die allerstärkste Annäherung der Flamme, verschwand aber sogleich, sobald er den Kopf erhoben hatte." Nach R. Hesse, der eingehende vorzügliche Untersuchungen über die Sehorgane der niederen Tiere angestellt hat, soll die Lichtempfindlichkeit des Regenwurmes durch gewisse Nervenzellen („Lichtzellen") in oder unter der Haut vermittelt werden.

Die meisten Regenwürmer füllen ihren weiten Darmkanal ähnlich wie die Sandwürmer, d. h. sie nehmen große Mengen humusreicher Erde zu sich, um die darin enthaltenen, in der Zersetzung begriffenen tierischen und pflanzlichen Stoffe zu ihrer Nahrung zu verwenden. Von dem Lumbricus herculeus *Sav.* (terrestris), der größten und stärksten Art Deutschlands, die in üppigem Boden, bei nicht zu starker Dehnung, nicht selten die Länge von etwa 36 cm erreicht, sagt unser Gewährsmann: „Die humusreiche Erde genügt ihnen nicht allein; sie suchen nach vermoderten Vegetabilien, und wenn sie diese nicht finden, so präparieren sie sich ihren Fraß, indem sie, was ihnen vorkommt, in ihre Löcher herunterziehen. Jedermann weiß, daß die Strohhalme, Federn, Blätter, Papierstreifen, welche man des

Morgens auf den Höfen und in den Gärten in der Erde stecken sieht, als wären sie von Kindern hingepflanzt, während der Nacht von Regenwürmern verschleppt wurden."

Darwin hat in einem nach allen Seiten hin bewunderungswürdigen Büchlein die Bedeutung der Regenwürmer für die Menschheit und ihre Rolle, die sie in der Geschichte der Erde spielen, dargetan und ist an ihnen, den mit Vorurteil Betrachteten und viel Angefeindeten, gewissermaßen zum Ehrenretter geworden. „Die Regenwürmer", sagt er, „haben in der Geschichte der Erde eine bedeutungsvollere Rolle gespielt, als die meisten auf den ersten Blick annehmen dürften. In beinahe allen feuchten Ländern sind sie außerordentlich zahlreich und besitzen im Verhältnis zu ihrer Körpergröße eine bedeutende Muskelkraft. In vielen Teilen von England geht auf jedem Acker Land (0,405 Hektar) ein Gewicht von mehr als 10 Tonnen (10516 kg) trockener Erde jährlich durch ihren Körper und wird auf die Oberfläche geschafft, so daß die ganze oberflächliche Schicht vegetabilischer Ackererde im Verlauf weniger Jahre wieder durch ihren Körper durchgeht. Infolge des Zusammenfallens der alten Wurmröhren ist die Ackererde in beständiger, wennschon langsamer Bewegung, und die dieselbe zusammensetzenden Teilchen werden hierdurch gegeneinander gerieben. Mittels dieser Vorgänge werden beständig frische Oberflächen der Einwirkung der Kohlensäure im Boden, ebenso auch der der Humussäure ausgesetzt, die bei der Zersetzung des Gesteins noch wirksamer zu sein scheinen. Die Erzeugung der Humussäure wird wahrscheinlich während der Verdauung der vielen halb zersetzten Blätter, welche die Regenwürmer verzehren, beschleunigt. In dieser Weise werden die Erdteilchen, welche die oberflächliche Humusschicht bilden, Bedingungen ausgesetzt, die ihrem Abbau und ihrem Zerfall ganz hervorragend günstig sind.

„Würmer bereiten den Boden in einer ausgezeichneten Weise für das Wachstum der mit Wurzelfasern versehenen Pflanzen und für Sämlinge aller Art vor. Sie setzen die Ackererde in bestimmten Zeiträumen der Luft aus und sieben sie so durch, daß keine Steinchen, welche größer sind als die Teilchen, die sie verschlucken können, in ihr übrigbleiben. Sie mischen das Ganze innig durcheinander, gleich einem Gärtner, welcher feine Erde für seine ausgesuchtesten Pflanzen zubereitet. In diesem Zustand ist sie gut dazu geeignet, Feuchtigkeit zurückzuhalten und alle löslichen Substanzen zu absorbieren, ebenso auch für den Prozeß der Salpetererzeugung.

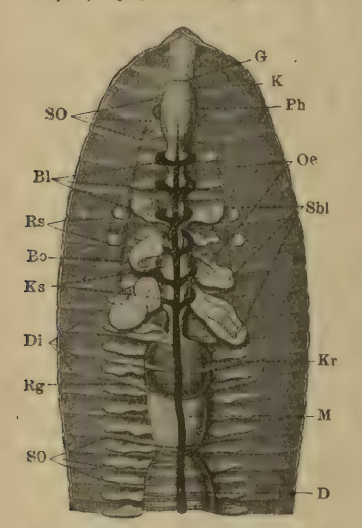
„Die Blätter, welche zur Nahrung in die Wurmröhren gezogen werden, werden, nachdem sie in die feinsten Fäden zerrissen, teilweise verdaut und mit den Absonderungsflüssigkeiten des Darmes und der Harnorgane gesättigt sind, mit viel Erde gemischt. Diese Masse bildet dann den dunkelgefärbten reichen Humus, welcher beinahe überall die Oberfläche des Landes mit einer ziemlich scharf umschriebenen Schicht oder einem Mantel bedeckt.

„Die Archäologen sollten den Regenwürmern dankbar sein, da sie für eine ganz unbestimmt lange Zeit jeden, nicht der Zersetzung unterliegenden Gegenstand, welcher auf die Oberfläche gefallen ist, durch Eingraben unter ihre Exkrementmassen schützen."

Mit bloßem Auge sieht man durch die Haut namentlich von kleineren Tieren die oben auf dem Darmkanal verlaufende Hauptader und ihren rötlichen Inhalt durchschimmern, denn die Lumbriciden führen rotes Blut. Jenem Rückengefäß entspricht am Bauche ein zweites Hauptgefäß, das mit dem ersten durch eine Reihe von Querschlingen verbunden ist. Eine Menge kleiner Adern kann man an einem schnell in starkem Weingeiste getöteten und geöffneten großen Regenwurm aus den Stammgefäßen ihren Ursprung nehmen sehen, um in feinsten Verteilungen den Körper zu durchtränken und zu ernähren. Als Atmungsorgane

treten die Hautbedeckungen ein. Die Regenwürmer sind wie alle Oligochäten Zwitter. Alle Gattungen der Lumbriciden haben einen drüsigen Gürtel von weißlicher oder gelblicher Farbe, der meist mit dem 27. Ringe anfängt und sich etwa sechs Glieder weit erstreckt (bei L. herculeus liegt er im 32.—37. Segment; vgl. die Abb., S. 294). Der von ihm abgeschiedene Schleim dient zum gegenseitigen Festhalten während der wechselseitigen Begattung, und später bildet jedes der beiden Tiere für sich nochmals einen solchen Schleimring, in den es seine Eier ablegt. Dann kriecht der Wurm wie aus einem Muff aus dem Ring heraus, dessen freie Ränder sich zusammenlegen. Das Ganze erstarrt bald und bildet eine schützende Hülle um die sich entwickelnde Brut, einen Kokon.

Der gemeine Regenwurm verlebt den Winter, einzeln oder mit seinesgleichen zu langem Schlafe zusammengeballt, 2—3 m unter der Erde. Die Frühlingswärme weckt auch ihn und lockt ihn wieder empor. Er ist des Tages Freund nicht, aber in der Früh- und Abenddämmerung und bis tief in die Nacht hinein, besonders nach warmem, nicht heftigem Regen, verläßt er seinen Schlupfwinkel, teils um seiner Nahrung nachzugehen, teils um mit einem der Freunde und Nachbarn ein intimes Bündnis zu schließen.



Anatomie des Regenwurmes. Nach Hatschek-Cori. G Oberschlundganglion, K Schlundkommissur, SO Nephridien, Ph Schlund, Oe Speiseröhre, Bl Blutschlingen („Herzen"), Sbl Samenblasen, Rs Samentaschen, Bo obere Borstenreihe, Ks Kalksäckchen, Kr Kropf, M Muskelmagen, D Darm, Di Dissepimente, Rg Rückengefäß.

Bei dieser Friedfertigkeit und Bescheidenheit lauert tausendfacher Tod auf die armen Regenwürmer. „Der Regenwurm", sagt Hoffmeister, „gehört zu den Tieren, die den meisten Verfolgungen ausgesetzt sind. Der Mensch vertilgt sie, weil er sie beschuldigt, die jungen Pflanzen unter die Erde zu ziehen. Unter den Vierfüßern sind besonders die Maulwürfe, Spitzmäuse und Igel auf sie angewiesen. Zahllos ist das Heer der Vögel, das auf ihre Vertilgung bedacht ist, da nicht bloß Raub-, Sumpf- und Schwimmvögel, sondern selbst Körnerfresser sie für raren, leckeren Fraß halten. Die Kröten, Salamander und Tritonen lauern ihnen des Nachts auf, und die Fische stellen den Flußufer- und Seeschlammbewohnern unter ihnen nach. Noch größer ist die Zahl der niederen Tiere, die auf sie angewiesen sind. Die größeren Laufkäfer findet man beständig des Nachts mit der Vertilgung dieser so wehrlosen Tiere beschäftigt, die ihnen und noch mehr ihren Larven eine leichte Beute werden. Ihre erbittertsten Feinde scheinen aber die größeren Arten der Tausendfüßer zu sein. Diesen zu entgehen, sieht man sie oft am hellen Tage aus ihren Löchern entfliehen, von ihrem Feinde gefolgt."

Die Familie der Lumbriciden zerfällt nach der Beschaffenheit des Kopflappens und der Stellung der Borsten in eine Reihe von Gattungen, unter denen Lumbricus allein über 20 Arten zählt. Jedoch nur etwa vier Arten, wie Lumbricus rubellus *Hoffmstr.* und L. herculeus *Sav.*, sind in Deutschland allgemein verbreitet. Allolobophora foetida *Sav.* (Eisenia), die am schönsten gefärbte, aber einen unangenehmen Geruch verbreitende Art, mit gelb und rot gebändertem Leibe, liebt die Sandgegenden und findet sich besonders häufig in der Mark unter Lauberde. Die hell fleischrote oder gelblichbraune Allolobophora rosea *Sav.* ist in den oberflächlichen Schichten der Gartenerde nicht selten anzutreffen. Die Tiere sind allweltlich verbreitet, und man begegnet ihnen, merkwürdig genug, auf den einsamsten Inseln,

wenn nur sonst die Lebensbedingungen für sie dort günstig sind. Noch an der Mündung der Lena hat man Arten gefunden, und manche sind zirkumpolar verbreitet und in Nordamerika ebenso häufig wie in Europa oder Sibirien.

In den Tropen der Alten und Neuen Welt findet man riesige Formen aus der Familie der Megascolecidae, z. B. Megascolex enormis *Fletch.* von mehr als 1 m Länge, die entsprechend tiefe und weite Gänge in den Boden bohren und bisweilen sehr lebhaft (z. B. himmelblau) gefärbt sind. Microscolex phosphoreus *Dug.* (Photodrilus), der in Südamerika, aber auch im Süden Europas lebt, vermag durch die Ausscheidung eines phosphoreszierenden Schleimes zu leuchten.

Den höchst schlanken Haplotaxis menkeanus *Hoffmstr.* (Phreoryctes), einen deutschen Vertreter der kleinen Familie der Haplotaxidae, haben wir nach Bau und Lebensweise durch Leydig genauer kennengelernt. Die Tiere halten sich am liebsten in Brunnen, aber auch in Gräben oder im Flußschlamm auf, vorzugsweise in Süddeutschland. In der Winterzeit scheinen sie sich gleich den in der Erde lebenden Lumbriciden zurückzuziehen, am häufigsten



Haplotaxis menkeanus *Hoffmstr.* Natürliche Größe.

sind sie im Mai und Juni zu finden. „Im Aquarium, dessen Schlammboden mit Steinen bedeckt ist, hielten sie sich längere Zeit gut. Meist hatten sie sich unter die Steine zurückgezogen, und zwar gern gesellschaftlich und ineinander gewirrt." Den ganzen Herbst und Winter blieben sie unsichtbar, und erst in den wärmeren Märztagen erschienen sie wieder. Da die im Aquarium gehaltenen Valisnerien nach und nach ihrer Wurzeln beraubt wurden, ohne daß ein anderes Tier der Täter hätte sein können, darf man auf die pflanzliche Nahrung des Haplotaxis schließen.

Im Tegeler See bei und in der Spree innerhalb Berlin, in der Donau (Linz, Pest), im Po usw. lebt zwischen den Wurzeln von Wasserpflanzen der grünlich oder braun gefärbte Criodrilus lacuum *Hoffmstr.* aus der Familie der Glossoscolecidae, deren Angehörige teils in der Erde, teils im Süßwasser, aber auch im Brackwasser und im Schlamme am Meeresstrande vorkommen.

Allen diesen Familien, die sich vornehmlich durch die Gestalt und Anordnung ihrer Borsten sowie durch den Bau ihrer verwickelten Fortpflanzungsorgane unterscheiden, reihen sich noch ein paar andere, durch ihre Kleinheit und das gelegentliche Vorkommen von Haarborsten ausgezeichnete an. Die erste sind die Röhrenwürmchen oder Tubificidae. Eine höchst gemeine Art derselben ist Tubifex tubifex *Müller* (rivulorum), ein 3—4 cm langes, rötliches, durchscheinendes Würmchen, das man zu Tausenden und aber Tausenden auf dem schlammigen, fauligen Grunde von Gräben und Bächen findet. Die Tierchen stecken mit

dem Vorderteil im Schlamme, wo sie sich eine geräumige Röhre gewühlt haben. Das herausstehende Hinterende ist der Atmung wegen unausgesetzt in schwingender und schlängelnder Bewegung. Gewöhnlich liegen diese Würmer so dicht beieinander, daß die Oberfläche des Schlammes rot gefärbt erscheint, und bei leiser Annäherung lassen sie sich im Wedeln nicht stören. Sobald man aber einen Schlag aufs Wasser tut, verschwindet die ganze Gesellschaft im Nu einige Zentimeter tief in ihre übelriechenden Verstecke.

Ganz anders verhalten sich die völlig durchsichtigen, sauberen Wasserschlängler oder Naididae. Man kann aufs Geratewohl aus einem mit Wasserlinsen (Lemna) bestandenen Weiher oder Graben eine kleine Menge dieser Pflanzen schöpfen und wird daheim, wenn man sie in einem etwas weiten Glasgefäße sich wieder entfalten und ebnen läßt, gewiß einige, oft zahlreiche dieser zierlichsten aller Würmer finden, wie sie mit Hilfe ihrer Haken- und Haarborsten zwischen den Wurzeln der Wasserlinsen oder im Gewirre der Wasserfäden sich schlangenartig herumwinden.


Gezüngelte Naide, Stylaria lacustris *L.* 10mal vergrößert.

Weitverbreitet und schon im 18. Jahrhundert beschrieben ist die Gezüngelte Naide, Stylaria lacustris *L.* (Nais proboscidea), so genannt nach einer schmalen, fühlerähnlichen Verlängerung des Kopflappens, mit dem sie tastend und züngelnd ihren Weg prüft. Zwei Augen trägt, gleich ihr, die noch häufigere Zungenlose Naide, Nais elinguis *Müller*, mit einfach abgerundetem Kopfsegment. Diese und noch einige andere Arten haben am Bauche zwei Reihen Hakenborsten, an jeder Seite aber eine Reihe von in Bündeln stehenden langen Haarborsten. Bei beiden Naiden und ihren Verwandten liegt die Mundöffnung unter dem Vorderende, noch überragt von den vorderen Schlingen der an dem gelblichen Blute leicht erkennbaren, pulsierenden Blutgefäße. Anders ist das Vorderende der Gattung Chaetogaster *v. Baer* beschaffen, von der die etwa 10—15 mm lange, fast kristalldurchsichtige Art Chaetogaster diaphanus *Gruith* einer der größten Vertreter ist. Chaetogaster limnaei *v. Baer* ist bedeutend kleiner und lebt schmarotzend in Süßwassermollusken, besonders häufig in der Atemhöhle kleiner Schnecken. Ihr Kopf ist quer abgestutzt und endigt mit der Mundöffnung, die in einen mit vielen winzigen Papillen besetzten und zum Teil hervorstülpbaren Schlund führt. Ein ferneres Unterscheidungszeichen der Gattung ist, daß sie bloß Reihen von Hakenborsten hat. Alle diese Würmchen sind

für die mikroskopische Beobachtung angelegentlich zu empfehlen, da am lebenden Tiere, das man leicht in einem Wassertröpfchen, bedeckt mit einem leichten Glasplättchen, unter das Mikroskop bringen kann, eine Menge von feinen Organisationsverhältnissen zu erschauen sind, und die Mühe durch die Lieblichkeit des Anblickes reichlich aufgewogen wird.

Die Regenerationsfähigkeit ist, wie man schon seit langer Zeit weiß, bei Oligochäten eine ganz bedeutende; es werden dabei sowohl Kopf- wie Schwanzenden neu gebildet. Gelegentlich kommen auch λförmige Regenwürmer vor, deren Gestalt als die Folge eines durch eine zufällige Verletzung herbeigeführten Regenerationsvorganges anzusehen ist.

Mit der Regeneration Hand in Hand geht auch hier wieder das Vermögen einer Anzahl von im Wasser lebenden Formen, sich durch freiwillige Teilung fortzupflanzen. Man hat den Vorgang bei den Naiden und auch bei anderen kleinen Oligochäten, Lumbriculus und den Äolosomatiden beobachtet. Bei den Naiden pflegt dabei hinter einem bestimmten Segment, dessen Entfernung vom Vorderende durch innere und äußere Einflüsse (Temperatur, Sauerstoffgehalt des Wassers) festgelegt wird, eine Teilungszone aufzutreten, in der eine größere Anzahl von Ringen neu gebildet werden. Von diesen kommt bei jeder Art eine ganz bestimmte, ein für allemal feststehende Anzahl auf das Vorderende des durch die Abschnürung entstehenden hinteren Wurmes, an dessen Vorderende sich ein neuer Kopf entwickelt, während der Rest der neuen Glieder an das Hinterende des vorderen Tieres tritt. Meist pflegt sich der Vorgang der Bildung einer Teilungszone in dem vorderen und dem hinteren Wurm zu wiederholen, ehe noch beide voneinander getrennt sind, und auch in den Enkeltieren kann das der Fall sein, so daß man bei manchen Arten nicht selten Ketten von vier bis acht und mehr Individuen antreffen kann. Immer aber teilen sich diese zuerst da, wo die älteste Teilungszone lag. Es lösen sich also nicht, wie wir es bei den Sylliden unter den Vielborstern sahen (vgl. S. 291), die hintersten Individuen der Kette, die ja dort die ältesten sind, der Reihe nach ab, sondern die Abschnürung geht in der uns von Microstomum her bekannten Reihenfolge vor sich (vgl S. 100). Die ziemlich verwickelte Bildung der Teilungszonen, die bei den Naiden nach verschiedenem Schema erfolgt, ist neuerdings von Bretscher und von Piguet mehrfach zum Gegenstand der Untersuchung gemacht worden. — Diese ungeschlechtliche Vermehrung findet bei den Naiden fast das ganze Jahr hindurch statt, und nur in einer sehr kleinen, für die einzelnen Arten einigermaßen festliegenden Zeitspanne trifft man die Tiere bei der geschlechtlichen Fortpflanzung. Ja, bei nicht wenigen Arten, die an sich ziemlich häufig sind und den Forschern gar nicht selten in Mengen zu Gesicht kommen, ist die letztere überhaupt noch nicht beobachtet worden.

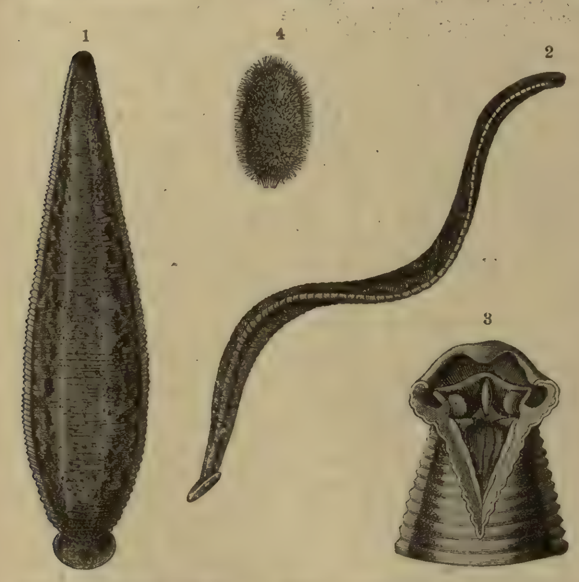
Zweite Unterklasse:

Blutegel (Hirudinea).

Obwohl die Blutegel äußerlich fast ganz glatt erscheinen — nur eine feine Ringelung der Haut macht sich bei den größeren Formen geltend —, so weist die Anatomie doch nach, daß auch ihnen jene bezeichnende Eigenschaft der Borstengliederwürmer, die Metamerie, im vollen Maße zukommt, wonach die wichtigeren inneren Organe sich in den aufeinanderfolgenden Segmenten wiederholen. Die gänzliche Abwesenheit von Fußstummeln und Borsten sowie der Besitz von Saugnäpfen meist am Vorder- und immer am Hinterende

kennzeichnet sie als besondere Abteilung, als die sie auch oft Glattwürmer genannt werden. Alle Blutegel sind Zwitter. Man teilt sie je nach der Beschaffenheit des Anfangsteiles ihres Verdauungskanals in zwei Familien ein. Die Rhynchobdellidae besitzen einen vorstreckbaren Saugrüssel, die Gnathobdellidae dagegen sind mit Kiefern bewaffnet.

Es liegt nahe, mit der Familie der Kieferegel oder Gnathobdellidae zu beginnen. Nicht die schmalen, äußerlich sichtbaren Ringel sind bei diesen und anderen Egeln die eigentlichen Segmente, sondern, wie aus der Verteilung und Wiederholung der inneren Organe hervorgeht, erst 4—5 Ringel bilden ein solches. Der Kopflappen ist mit dem Mundsegment zu einer geringelten Haftscheibe verschmolzen. Der hintere Saugnapf ist meist deutlich vom Körper abgeschnürt, und oberhalb von ihm mündet der Darm. Der Schlund kann so weit umgestülpt werden, daß drei, oft gezähnelte muskulöse Falten zutage treten.



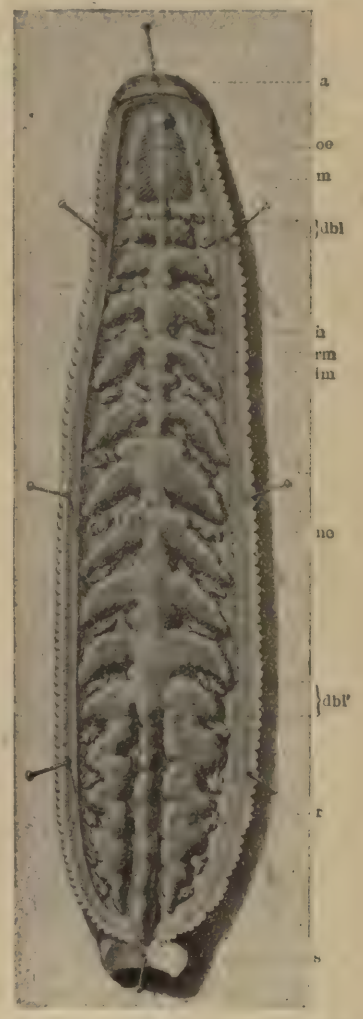
Der medizinische Blutegel, Hirudo medicinalis *L.* 1) von oben, 2) von der Seite, schwimmend, 3) der durch einen Längsschnitt geöffnete Schlund, vergrößert, 4) Eikokon, vergrößert.

Wir beschäftigen uns zunächst etwas eingehender mit den medizinischen Blutegeln, den Arten von Hirudo *L.*, und beginnen hierbei mit der Betrachtung des Verdauungskanals. Das Vorderende des Blutegels ist schmaler als das Hinterende und läuft, wie schon erwähnt, in eine Haftscheibe aus, die vom Munde durchbohrt wird. Öffnen wir nun durch einen Längsschnitt den Schlund, so wie es die Figur 3 der hierneben stehenden Abbildung zeigt, dann sehen wir in ihm drei halbkreisförmige Falten. Das sind die sogenannten Kiefer der Blutegel, die aus einer halbkreisförmigen, festen Muskelmasse bestehen. Die Muskelfasern kreuzen sich so, daß die Kiefer nach Art einer Schrotsäge bewegt werden können und die 60—70 auf der Kante befestigten Zähnchen zugleich stechen und reißen. Mit diesen Werkzeugen schlägt der Egel jene charakteristische, dreistrahlige Wunde, wenn er sich anschickt, Blut zu saugen. Eine besondere Ausscheidung aus Drüsen des Schlundes verhindert dabei das bei der geringen Größe der verursachten Verletzung sonst leicht mögliche Gerinnen des Blutes. Auf den muskelkräftigen Schlund (oe in der Abb., S. 301) folgt der mit elf Paar Blindtaschen versehene Mitteldarm, der beim Saugen auf einmal, und zwar bis in die äußersten Zipfel jenes langen, letzten Paares der Blindsäcke, gefüllt wird, die noch neben dem kurzen, engen Afterdarme (r) bis nahe ans Hinterende sich erstrecken (dbl′). Da sowohl die Körperwandungen als die Magenwände dehnbar sind, begreift es sich, wie der Blutegel seinen ganzen Umfang durch Saugen um das Drei- bis Vierfache vermehren kann. Der medizinische Blutegel hat ein sehr verwickeltes Blutgefäßsystem. Wen diese Verhältnisse interessieren, die am Blutegel schwer zu erklären sind, suche sich helle, durchscheinende Stücke der weitverbreiteten Egelart Herpobdella atomaria *Carena* (Nephelis vulgaris) zu

verschaffen. In einem engen Glasrohr und gegen das Licht gehalten, sieht man an dem ganz unversehrten Tiere mit der Lupe sehr deutlich den ganzen Blutumlauf, der hauptsächlich in einer Strömung von einer Seite zur anderen besteht.

Die medizinischen Blutegel haben zehn Augen (a), die über die vorderen acht Ringe paarweise verteilt sind. Das Mikroskop lehrt, daß der Kopfrand des Egels noch eine Menge sehr eigentümlicher, becherförmiger Organe trägt, die, nach ihrer Beschaffenheit und ihrem Nervenreichtum zu schließen, besondere Sinneswerkzeuge zu sein scheinen. Ob damit die Kopfscheibe zu einem sehr empfindlichen Tastorgan gemacht ist, oder ob die Becher eine Art von Geruchs- oder Witterungsorganen sind, ist schwer zu entscheiden, doch ist das letztere das wahrscheinlichere.

Der Blutegel ist wie alle Hirudineen Zwitter; die männliche Geschlechtsöffnung liegt zwischen dem 30. und 31. Ringe, die weibliche zwischen dem 35. und 36. Die Beschreibung des Eierlegens und die Bildung der Eikapseln verlangt eine Berücksichtigung der Lebensweise überhaupt, wobei wir der guten Darstellung von Salzwedel („Ausland", 1862) folgen können. Unsere Blutegel leben gern in Teichen mit Lehm- oder Tonuntergrund, in Tümpeln und Sümpfen mit schlammigem Boden, können aber nie in solchen mit Sandboden gehalten werden. Alle diese Gewässer müssen sehr ruhig und mit Pflanzen bewachsen sein. Außerhalb des Wassers vermögen sie nicht lange zu leben und sterben sofort, sobald ihre Oberfläche trocken geworden ist, wogegen sie sich indes durch die Schleimabsonderung von innen heraus eine kleine Weile zu schützen vermögen. Am Tage, und namentlich bei warmem Wetter, schwimmen sie lebhaft umher, während sie sich bei trübem, nebeligem Wetter oder an kalten Tagen derart zusammenrollen, daß sie den Kopf in die Höhlung des Fußes stecken und so eine leierförmige Gestalt annehmen. Dasselbe geschieht nachts und im Herbst, in welcher Jahreszeit sie sich so tief wie möglich in den Schlamm vergraben.



Anatomie des Blutegels, Hirudo medicinalis *L.* Nach Kükenthal. a Augen, oe Schlund, m Schlundmuskulatur, dbl, dbl' erstes und letztes Darmblindsackpaar, h Haut, rm Ringmuskulatur, lm Längsmuskulatur, no Nephridien, r Enddarm, s hinterer Saugnapf.

Ihre Nahrung finden sie ausschließlich im Blute der Wirbeltiere und in ähnlichen Säften der Wirbellosen. Die Häutung, die nach einigen Beobachtern in Zwischenräumen von einigen Tagen sich wiederholen soll, sah Martini bei alten, ausgewachsenen Tieren in mehreren Monaten nur einmal stattfinden.

„Nach der im Frühjahr erfolgenden Begattung sucht der Blutegel ein Lager höher als der Wasserspiegel in feuchter, lockerer Erde, worin er mit dem Kopfe bohrend sich Gänge bildet. An den Ufern der Teiche und Sümpfe, in denen viele Egel sind, findet man oft mehrere hundert auf diese Weise beisammen, einige Zentimeter unter der Oberfläche der Erde liegend. Sie bereiten sich einige Tage nach der letzten Begattung sogleich

ihr Lager; man kann annehmen, daß sie von den letzten Wochen des Mai bis Anfang Juli diesem Geschäft obliegen. Zu Ende Juni fangen sie an, ihre Kokons oder Eikapseln zu formen, die ungefähr die Größe und Gestalt einer Eichel haben. Der Egel läßt zu diesem Zwecke eine schleimige, zusammenhängende, grüne Feuchtigkeit aus seinem Munde fahren und zieht sich bis zur Mündung des Eierganges durch diese ringförmige Hülle durch, welche nur so lang ist, wie die Kapsel werden soll. In dieselbe werden mit einer grünlichen oder bräunlichen schleimigen Masse 10—16 kleine, mit bloßem Auge nicht bemerkbare Dotterchen gelassen. Zu gleicher Zeit macht er mit dem von der Schale befreiten Maule um jene herum einen weißen, speichelähnlichen Schaum, der gewöhnlich den Umfang eines kleinen Hühnereies einnimmt. Hierauf zieht er sich rückwärts in die Kapsel hinein, dreht die verlassene Öffnung inwendig förmlich zusammen und zieht sich ganz aus dem Kokon heraus, wonach er wieder das eben verlassene Löchelchen von außen zudreht. Er bleibt hiernach noch einige Tage bei dem Kokon liegen." Dieser nimmt nachher durch Eintrocknen des Schaumes zu einem schwammigen Überzuge seine bleibende Größe an, und 4—6 Wochen nach dem Eierlegen kriechen die Jungen aus. Sie sind fadenförmig und hell, gleichen aber im wesentlichen den Alten. Ihr Wachstum geschieht sehr langsam. Frühestens im dritten Jahre sind sie zum medizinischen Gebrauche tauglich; erst im fünften haben sie ihre volle Größe erreicht. Sein Leben soll der Blutegel auf 20 Jahre bringen.

Um für medizinische Zwecke ständig Egel zur Verfügung zu haben, züchtet man sie in Teichen oder künstlich angelegten „Blutegelkolonien", wo ihre Brut erst mit Kaulquappen, später mit kleinen Fischen genährt wird. Nach Deutschland gelangt der größte Teil der Egel aus Polen, von den Grenzen Rußlands, aus Ungarn und der Türkei. Die anerkannt beste Art ihrer Beförderung besteht darin, daß man nicht allzu viele Egel in stets feucht gehaltene leinene Säckchen tut und diese auf Hängematten legt, die auf einem in guten Federn ruhenden und nach allen Seiten verschließbaren Wagen befestigt sind. Von den größeren Handlungen in Deutschland nach nicht zu entfernt liegenden Verbrauchsorten bringt man sie zu 1—2 Schock in leinenen Säckchen, die, von feuchtem Moose umgeben, in einem mit feinen Löchern durchbohrten Kistchen liegen.

Die in Europa gebräuchlichen Blutegel werden zwar in zwei Hauptarten, jede mit einigen Unter- und Spielarten, geschieden, den Medizinischen oder Deutschen Blutegel (Hirudo medicinalis *L.*) und den Offizinellen oder Ungarischen (H. officinalis *L.*), aber begründen läßt sich diese Einteilung durch anatomische Kennzeichen nicht. Ebenso gehen auch die Spielarten in ihrer Färbung so ineinander über, daß die vermeintlichen Arten und Unterarten nur eine einzige wirkliche Art bilden. Hirudo medicinalis hat einen schwarz gefleckten, zuweilen fast ganz schwarzen Bauch, und sein Vaterland erstreckt sich über den größten Teil von Europa, indem er in Frankreich, Deutschland, Dänemark, Schweden, Rußland und England gefunden wurde. In Deutschland lebt er wild nur noch auf Borkum, im Hautsee bei Markuhl in Thüringen und vielleicht auch im Algäu bei Mieselstein. Die andere Hauptspielart, H. officinalis, hat einen olivengrünen, ungefleckten Bauch und gehört dem südlichen und südöstlichen Europa an. In ungeheuren Mengen lebt dieser Egel in den ausgedehnten Sümpfen bei Esseg in Slawonien.

Auch außerhalb von Europa gibt es eine Reihe von Arten von Hirudo, die gleichfalls zum medizinischen Gebrauche sich eignen. So findet sich in Spanien, Algerien und der ganzen Berberei der Drachenegel, H. troctina *Johnson*. Er wird besonders im nordwestlichen Marokko regelmäßig gefangen und über Gibraltar nach England und Südamerika

ausgeführt. In den französischen Besitzungen am Senegal bedient man sich der kleinen Limnatis mysomelas *Vir.*, während man in Indien, in Ponditscherri, eine dort einheimische, ihr am nächsten verwandte Art, Limnatis granulosa *Sav.*, zur Verfügung hat. Die letztere ist jedoch reichlich groß und beißt so stark zu, daß man oft Mühe hat, die Blutung zu stillen. Auch Nordamerika hat einige einheimische Arten.

Ein gleich ausgedehntes Verbreitungsgebiet hat der **Pferdeegel**, Haemopis sanguisuga *L.* (vorax), mit weniger flachem, an den Rändern nicht scharf gesägtem Leibe und stumpferen Zähnen. Auch kennzeichnet ihn seine dunklere, fast schwarze Farbe; die Längsbinden auf dem Rücken fehlen, die Seiten sind mit einer gelben Linie eingefaßt. In Nordafrika werden diese Tiere, die sonst von Würmern und Insektenlarven leben, zu einer furchtbaren Plage für Pferde und Rinder, worüber der französische Arzt Guyon genauere Mitteilungen gemacht hat. Bei einem Ochsen fanden sich 27 Stück im Maule, der Rachenhöhle, im Kehlkopf und in der Luftröhre. Noch 2 Stunden nach dem Tode des Ochsen hafteten sie an ihm und sogen eifrig Blut, den Kopf abwechselnd in eine der zahlreichen Wunden senkend, die jeder einzelne Egel gemacht hatte. Wenn es daher auch nicht buchstäblich zu nehmen ist, was das Volk sagt, daß sechs dieser Egel ein Pferd zu töten imstande seien, so können sie ihm wenigstens Todesqualen verursachen. Man glaubte früher einen anderen Blutegel, Aulastomum gulo *M.-Td.*, von dem Pferdeegel unterscheiden zu müssen, doch hat es sich gezeigt, daß beide dieselben sind.

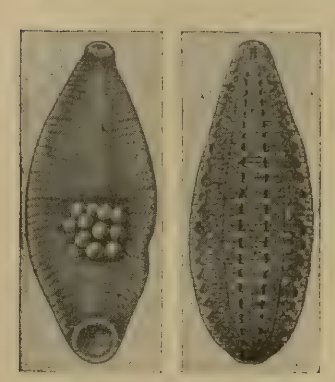


Haemadipsa ceylonica *M.-Td.* Aus Hesse-Doflein, „Tierbau und Tierleben", Bd. II. Leipzig und Berlin 1914.

Aus dieser Familie ist der häufigste Bewohner unserer Teiche und vieler fließender, schilfbewachsener und mit den Blättern der Teichrose bedeckter Gewässer, Herpobdella *Blainv.*, ein 5 cm lang werdender Egel mit flachem Körper und undeutlicher Ringelung, vier Paar Augen und zahnlosem Schlunde, der sich neben tierischer auch von pflanzlicher Kost ernährt. Daß die jüngeren, rötlich durchschimmernden Stücke der Herpobdella atomaria *Carena* (Nephelis vulgaris) sich besonders gut zur Beobachtung des Blutlaufes eignen, wurde oben erwähnt. Bemerkt sei noch, daß sich die Blutegel weder freiwillig durch Teilung fortpflanzen, noch daß künstlich geteilte zu Individuen auswachsen, und daß sie verlorene Teile überhaupt nicht wieder zu ersetzen scheinen. Bedeutungsvoll dürfte es gleichwohl sein, daß R. Leuckart einen Blutegel über ein Jahr besaß, dem der Kopf abgeschnitten war, und der trotzdem nach Berührungen munter umherschwamm.

Wir können dieses Kapitel nicht würdiger schließen, als mit der Schilderung jener kleinen verrufenen Blutsauger Ceylons, von denen Schmarda in seiner „Reise um die Erde" folgendes mitteilt. „Die Plagen, welche die Schaben und Mücken verursachen, sind nichts gegen die viel größere, die den Wanderer überall verfolgt; denn in den Wäldern und Wiesen wimmelt es von kleinen Landblutegeln; es ist die Hirudo ceylonica älterer Berichterstatter

(jetzt Haemadipsa ceylonica *M.-Td.* D. B.). Sie leben im Grase, unter abgefallenen Blättern und Steinen, auch auf Bäumen und Sträuchern. Sie sind äußerst schnell in ihren Bewegungen und müssen ihre Beute schon aus einiger Entfernung wittern. Sobald sie einen Menschen oder ein Tier wahrnehmen, kommen sie aus der ganzen Nachbarschaft und stürzen sich auf ihre Beute. Das Aussaugen des Blutes merkt man oft kaum. Nach einigen Stunden sind sie vollgesogen und fallen dann von selbst ab. Die Eingeborenen, welche uns begleiteten, bestrichen solche Stellen mit Ätzkalk, den sie in ihrer Betelbüchse mit sich führen, oder mit dem durch Betel und Kalk scharf gewordenen Speichel. Ich fand es natürlich, daß eine heftige Entzündung darauf eintritt, und erklärte mir leicht die tiefen Geschwüre, welche viele von den Eingeborenen an ihren Füßen haben. Viele betrachten den Saft einer Zitrone (Citrus tuberoides) als ein Spezifikum. Alle diese Dinge sind recht gut, um durch Betropfen die Blutegel zum Abfallen zu bringen, müssen aber in der Bißwunde Reizung hervorbringen. Besonders unangenehm ist es, daß die Blutegel solche Stellen am liebsten aufsuchen, wo ihre Vorgänger schon eine gute Weide gefunden haben, da die entzündete, mit Blut unterlaufene und wärmere Haut sie lockt. Um sich gegen den Angriff dieses kleinen, aber fürchterlichen Feindes zu sichern, ist es unabweislich, besonders die Füße zu schützen. Dies geschieht durch lederne oder dicke wollene Strümpfe, welche man über die Beinkleider anzieht und unter dem Knie festbindet. Wir fanden die letzteren ausreichend und bequemer, führten jedoch immer ein Reservepaar mit, da sie sehr leicht im Dickicht zerreißen oder beim Gehen durchgerieben werden. Ich fand die Egel am Bunde oft zu Dutzenden sitzen, bemüht, durchzudringen. Während des Marsches litten wir viel weniger, am wenigsten leidet der erste in der Reihe. Haben die Blutegel einmal Witterung, so fallen sie die Nächstfolgenden um so gieriger an. Selbst bei aller Vorsicht hatten wir sie bald im Nacken, in den Haaren oder am Arme, da sie nicht nur im Grase und Laube, sondern auch auf Bäumen leben, von denen sie sich auf die vorübergehenden Menschen oder Tiere herabfallen lassen."



a) Helobdella stagnalis *L.* (Unterseite mit Gelege). Vergr. 4:1. b) Glossosiphonia complanata *L.* (Oberseite). Vergr. 5:3.

Auch zur Bekanntschaft mit der zweiten Familie, den **Rüsselegeln** oder Rhynchobdellidae, geben unsere süßen Gewässer Gelegenheit. Deren Angehörige sind an ihrem kurzen, flachen Körper kenntlich, der sich nach vorn allmählich verjüngt und hier mit der die Augen tragenden Haftscheibe endigt. Der kieferlose Schlund kann wie ein Rüssel vorgestreckt werden. Verschiedene Arten der Gattung Glossosiphonia *Johnson* (Clepsine) trifft man an den Blättern der Wasserpflanzen und an der Unterseite von Steinen. Sie sind von grauer, gelblicher oder weißlicher Färbung, und das beste Erkennungszeichen ist, daß sie ihren Körper einrollen, sobald man sie abnimmt, wobei zugleich die Seitenränder etwas eingebogen werden. Eine besondere Sorgfalt verwenden sie auf die Brutpflege. Ihre Eier tragen sie am Bauche, und auch die ausgekrochenen Jungen halten sich hier noch lange bei der Mutter auf, indem sie sich mit der hinteren Haftscheibe ansaugen. Es ist ein anziehendes Schauspiel, wie die 10—15 Tierchen gleich den Küchelchen unter der Henne ihre Kopfenden unter der Mutter hervorstrecken, oder sich, wenn man sie vorsichtig entfernt

hat, sofort wieder unter dieser sammeln. Die Rüsselegel ernähren sich von niederen Tieren, so der Schneckenegel, Glossosiphonia complanata *L.*, von Wasserschnecken, Planorbis- und Limnaeus-Arten, während Helobdella stagnalis *L.* Physa-Arten bevorzugt.



Rochenegel, Pontobdella muricata *L.* Natürliche Größe.

Ein anderer Rüsselegel, Haementeria officinalis *de Filippi* (mexicana), wird in Mittelamerika ähnlich benutzt wie unser Blutegel. Sein Rüssel ist so scharf zugespitzt, daß er die menschliche Haut zu durchdringen vermag.

Ein Rüsselegel ist auch der Rochenegel, Pontobdella muricata *L.*, der durch die starken Saugscheiben und die Höcker seiner Körperoberfläche auffällt. Die Farbe ist ein grünliches Grau. Wie schon der deutsche Name sagt, sind es vor allem die Rochen, die von ihm

geplagt werden. Nach seinem Benehmen in der Gefangenschaft zu schließen, ist er ein träges, stumpfsinniges Tier. Seine starke Muskulatur gestattet ihm, sich längere Zeit horizontal ausgestreckt zu halten, nur vermittels des hinteren Saugnapfes angeheftet, so wie es auf unserem Holzschnitt dargestellt ist. Am liebsten aber läßt er sich hängen, das Kopfende nach Art der Murmeltiere eingebogen. Möglicherweise tun wir dem Rochenegel Unrecht, ihn der Trägheit zu bezichtigen. Auch die Rochen liegen bei Tage fast regungslos, während sie in der Dämmerung munter und beweglich werden. Also teilt wahrscheinlich ihr Wohngast diese Eigenheiten mit ihnen.

Wir wollen die Besprechung der Hirudineen mit einem Schmarotzer unserer Süßwasserfische beschließen, der mitunter in Teichen in großen Mengen auftritt und dann die Fischzucht, besonders die des Karpfens, stark beeinträchtigen, wenn nicht gar in Frage stellen kann. Dieser Schädling ist der Fischegel, Piscicola geometra *L.*, ein schön gezeichnetes, für einen Egel ziemlich langgestrecktes und schmales Tier. Er erreicht eine Größe von 2—5 cm, die Abbildung links zeigt ihn also um über das Doppelte vergrößert. Wir erkennen daran auch die Haftscheiben, vor allem die hintere ist auffällig durch ihre Breite. Wie sich der Fischegel seiner Saugnäpfe bedient, das sehen wir auf unserem zweiten Bilde. Eine ganze Gesellschaft der Blutsauger hat einen Karpfen befallen und sich zum größeren Teile an den Kiemen angeheftet. Die Piscicola scheint danach ein träges Tier zu sein. Das ist sie jedoch durchaus nicht. Sie klettert lebhaft auf ihrem Wirte nach Art der Spannerraupen herum, verläßt ihn auch zeitweilig und vermag dann sehr leicht im Wasser zu schwimmen oder sich zwischen den Uferpflanzen zu tummeln.



Fischegel, Piscicola geometra *L.* Links Einzeltier, vergrößert, nach Doflein aus Hesse und Doflein, „Tierbau und Tierleben", Band II, Leipzig und Berlin 1914. Rechts mehrere Tiere in natürlicher Größe, auf einem Karpfen schmarotzend, nach B. Hofer aus E. Selenka, „Zoologisches Taschenbuch für Studierende".

Dritte Unterklasse:

Sternwürmer (Gephyrea).

Auch die Sternwürmer (Gephyrea) haben betreffs ihrer Systematik eine ziemlich bunte Geschichte hinter sich. Die älteren Naturforscher sahen in ihnen bald Ringelwürmer (Pallas), bald Seewalzen (Fabricius) oder gar Kratzer; Cuvier zählt sie zu den Echinodermen, aber schon Rolando (1821) betrachtete sie als Bindeglieder zwischen diesen und den Ringelwürmern, in welcher Anschauung ihm der französische Zoolog Quatrefages folgte, der die

Klasse zuerst als Gephyrea (nach dem griechischen Wort für Brücke, also Brücken- oder Verbindungstiere) benannte. Später hat man gelegentlich wohl einmal die Rädertiere oder gar, als man das Männchen von Bonellia näher kennengelernt hatte, die Strudelwürmer für verwandt angesehen, gegenwärtig dürfte wohl ziemlich allgemein die Ansicht verbreitet sein, daß die Sternwürmer entartete Ringelwürmer seien.

Diese Annahme stützt sich vor allem auf die Entwickelungsgeschichte. Es treten nämlich auch bei einem Teile der Gephyreen freischwimmende Trochophora-Larven auf, aus denen ganz ähnlich wie bei den Borstenwürmern der Wurm durch Auswachsen des hinteren Körperabschnittes hervorgeht. Dabei wird anfänglich eine gekammerte Leibeshöhle in einem Mesodermstreifen und ein ebenfalls gegliedertes Bauchmark angelegt. Später verschwindet allerdings die Segmentierung durch Rückbildung der Dissepimente vollkommen. Der Körper eines erwachsenen Sternwurms gleicht dann meist einem plumpen, länglichen Sacke und enthält in seinem Inneren eine geräumige, ungeteilte Leibeshöhle, die von dem vielfach gewundenen Darm durchzogen wird. An die Verwandtschaft mit den Anneliden erinnern am ehesten noch das geschlossene Blutgefäßsystem, das sich aus je einem Bauch- und Rückenlängsstamm und verbindenden Schlingen zusammensetzt, und die in 1 bis 4 Paaren, selten in größerer Anzahl vorhandenen Segmentalorgane. Das Nervensystem besteht aus einem Schlundring und einem ungegliederten Bauchstrang. Fußstummel und Rückenkiemen sind nicht vorhanden; in seltenen Fällen finden sich zahlreiche Borsten, meist jedoch keine. Die Gephyreen sind getrennt geschlechtlich.



Larve von Echiurus pallasii *Guérin*. Nach Hatschek aus R. Hertwig, „Lehrbuch der Zoologie". m Mund, d Darm, a After, sp Scheitelplatte (Gehirn), sc Schlundkommissur, n Bauchmark, vw, hw Wimperkränze, kn Wassergefäß, mes. Mesodermstreifen mit Andeutung der Segmentierung.

Recht anschaulich schildert O. F. Schmidt, wie er zum ersten Male eine der Gephyreen selbst gefangen hat. Vielen jungen Zoologen wird es ähnlich ergangen sein wie ihm, sie werden sich zunächst nicht haben satt sehen können an der abenteuerlichen Gestalt und den wunderlichen Bewegungen des Tieres. Schmidt sammelte im Frühjahr 1852 am Strande der dalmatinischen Insel Lesina. Schon mancher Stein war umgewendet, Nereïden und andere Borstenwürmer waren in die Gläser gewandert, als er im flachen Wasser unter einem großen Steine ein intensiv grünes, wurmartig sich bewegendes Wesen bemerkte. Er faßte schnell zu, der Stein wurde weggehoben, und der vermeintliche Wurm erwies sich als der mit zwei seitlichen Flügeln endigende Rüssel der bis dahin von sehr wenigen Zoologen gesehenen Bonellia viridis *Rol.* (Abb., S. 309). Ein grüner Farbstoff, der sich dem Weingeist, in dem man das Tier aufhebt, mitteilt, aber nicht der gleiche wie der des pflanzlichen Blattgrüns, wie man früher vermutete, sondern ein selbständiger ist, färbt Körper und Rüssel. Ersterer ist mit vielen kleinen Warzen bedeckt und der mannigfaltigsten Zusammenschnürungen und Einziehungen fähig, bald kugelig, bald eiförmig, dann wieder gleiten Wellenbewegungen von hinten nach vorn, wo sie sich in leichten Schwingungen dem Rüssel mitteilen. Dieser ist womöglich noch verwandlungsfähiger als der Körper, indem er von einigen Zentimetern sich

bei den größeren Exemplaren (von etwa 8 cm Körperlänge) auf ½ m und darüber ausdehnen kann. Die Mundöffnung des Wurmes befindet sich am Grunde des Rüssels, der eine mit Wimpern ausgekleidete Längsfurche hat, die Afteröffnung liegt am Hinterende. Bezeichnend sind auch noch zwei kurze, starke Hakenborsten unweit des Vorderendes auf der Bauchseite.

Andere Lebensäußerungen als Ausstrecken und Zusammenziehen wird man an der Bonellia im Aquarium kaum bemerken können. Nach Beobachtungen von Lacaze-Duthiers verläßt sie gelegentlich ihre Schlupfwinkel und kriecht mit Hilfe ihres Rüssels, dessen beide Vorderhörner wie Saugnäpfe wirken. Der Wurm kann in sehr enge Felsenspalten schlüpfen, da sein Körper äußerst schmiegsam ist. Es hat sich gezeigt, daß er an vielen Punkten der Mittelmeerküste und des Atlantischen Ozeans vorkommt, ja daß er an einigen Stellen eines der gemeinsten Tiere ist; er liebt aber nicht das volle Tageslicht, sondern die Morgendämmerung. Doch findet man ihn jederzeit, wenn man in dem mit Sand gemischten Gerölle ¼—½ m tief gräbt.

Diese nach dem Turiner Entomologen Bonelli genannten Tiere sind, wie schon ihre sonderbare Gestalt zeigt, sehr eigenartige Geschöpfe. Sie leben sämtlich in größter Zurückgezogenheit, machen, soweit man dahinter gekommen, auffallende Verwandlungen durch und werden selbst von den meisten Küstenbewohnern ihres verborgenen Daseins halber, und weil sie völlig ohne Nutzen und Schaden sind, übersehen.

So sonderbar wie ihre Gestalt ist auch das Geschlechtsleben der Bonellien. Früher kannte man bloß die im obigen beschriebenen Weibchen. Lacaze-Duthiers hatte zwar die Männchen schon gesehen, aber für Schmarotzer gehalten. Wir verdanken ihre genauere Kenntnis vor allem dem Gießener Professor J. W. Spengel.

Die Männchen schwimmen im Larvenzustande als kleine, mit Wimpern bedeckte Würmchen vom Aussehen gewisser Strudelwürmer umher, unstet und gewissermaßen suchend, bis sie in die Nähe des Rüssels eines weiblichen Tieres gelangt sind. Sobald sie diesen berührt haben, lassen sie sich darauf nieder, kriechen an ihm eine Weile auf und ab, und zwar meist entlang der Wimperfurche, machen endlich an irgendeiner Stelle halt und verbleiben geraume Zeit dort. Darauf begeben sie sich durch die Mundöffnung in die Speiseröhre, wo man ihrer bisweilen eine ganze Anzahl, bis zu 18 Stück, beieinander findet. Hier wird ihre Verwandlung vollendet, worauf sie die Speiseröhre verlassen, die Geschlechtsöffnung ihres Weibchens und Wirtes zugleich aufsuchen, um sich im vorderen Abschnitt des Zeugungsapparates, öfters auch in größerer Zahl, bis 10 und mehr, häuslich niederzulassen und die Befruchtung zu vollziehen. Vielleicht nur bei Rankenfüßern unter den Krebsen kommt, wie wir noch sehen werden, eine ähnliche Verschiedenheit in der körperlichen Beschaffenheit und Lebensweise der beiden Geschlechter vor.

Zur gleichen Familie wie Bonellia, nämlich zu der der Echiuridae, gehört ein an der nordwestlichen deutschen Küste, besonders in den weiten Wattenmeeren der westfriesischen Inseln, gemeiner Sternwurm, Echiurus pallasii *Guérin*, ein 10—15 cm langes Tier von Gestalt einer etwas vor der Mitte eingeschnürten Wurst mit zahlreichen Querreihen weißlicher kleiner Papillen auf der gelblichen Haut und einem kurzen Rüssel von Gestalt einer Kohlenschaufel, der bei Beunruhigungen sehr leicht abgeworfen wird. Am Vorderende stehen zwei Haken, am hinteren zwei Kränze spitzer Borsten. Das Tier, dessen Trochophora-Zustand auf S. 307 abgebildet ist, bewohnt in verschiedenen Tiefen selbstgegrabene Röhren in Sand und Schlick. In der Regel sind diese Röhren doppelt, d. h. es laufen ihrer zwei parallel nebeneinander und vereinigen sich unten durch einen Quergang.

Ein Mitglied der über alle Meere verbreiteten Familie der Sipunculidae, deren Mund von Fühlern umstellt ist und deren After auf dem Rücken liegt, ist Phascolosoma vulgare *Blainv.* aus dem Mittelmeer und dem Atlantischen Ozean. Die meisten Arten dieser und einiger anderen Gattungen wohnen in selbstgebohrten Gängen in Steinen und Felsen. Das 3—5 cm lange Phymosoma granulatum *F. S. Leuck.* findet sich zu Millionen an günstigen Örtlichkeiten der dalmatinischen Küste, in geschützten Buchten mit Vegetation der Strandzone. Nur ist es kein leichtes Geschäft, sich ihrer zu bemächtigen. Hat man sie auch an dem nicht vollkommen zurückgezogenen Rüssel erfaßt, so reißen sie, sich hinten aufblähend, eher ab, als daß sie nachgeben. Man muß also das feste Gestein mit dem Hammer zerschlagen, wobei natürlich mancher der hartnäckigen Würmer sein Teil für immer bekommt. Hat man endlich eine Anzahl in einem Becken vor sich stehen, so geht der Ärger erst recht an. Sie liegen anfangs wie tot da, kleine Würste, das rüsselartige Vorderteil vollständig eingestülpt. Nach einiger Zeit fangen sie an, wie Handschuhfinger sich auszukrempeln, gelangen aber bei 20—50maligen Versuchen selten dazu, das äußerste, mit kleinen, fingerförmigen Fortsätzen versehene Ende des Rüssels zum Vorschein zu bringen. Und haben sie es wirklich sehen lassen, so ziehen sie es sicherlich im nächsten Augenblick wieder ein. Zu ihrer Entschuldigung darf man nicht vergessen, daß ihre Lage in einem offenen, lichten Gefäß allerdings eine ganz andere ist als in ihrer Steinröhre, vor der das Licht durch die rötlichen und grünlichen Algen sehr stark gedämpft wird. Denn obwohl augenlos, sind die Sternwürmer, gleich so vielen anderen augenlosen Tieren, für den Lichtreiz sehr empfänglich. In den europäischen Meeren, aber auch in den ost- und westindischen, lebt vom flachen Wasser an bis in Tiefen von 2400 m der gemeine Spritzwurm, Sipunculus nudus *L.*, der die Länge von 15 cm erreicht und durch eine längs- und quergerippte und dadurch genetzte Haut ausgezeichnet ist.



a) **Bonellia viridis** *Rol.* (zu S. 307), b) **Phascolosoma vulgare** *Blainv.* (zu S. 309), c) Priapulus caudatus *Lam.* (zu S. 310). Natürliche Größe.

Interessante Beziehungen bestehen zwischen Sternwürmern und Korallen. Darüber berichtet Semper: „In den tropischen Meeren lebt eine sehr eigentümliche Gattung kleiner

Korallen, genannt Heteropsammia, deren Individuen ganz regelmäßig einen Wurm, Aspidosiphon mülleri *Dies.*, beherbergen; dieser gehört zu der Familie der Sipunkuliden. Es ist schwer zu begreifen, welchen Vorteil beide Tiere von ihrer Vergesellschaftung haben können; doch muß dies wohl der Fall sein, da nie eine Koralle ohne jenen Wurm gefunden wird. Ich habe selbst zahlreiche Exemplare der Heteropsammia michelini im Philippinischen Meere gefischt und nicht eins ohne den Wurm gefunden; ebenso geht aus den Abbildungen und Beschreibungen anderer Arten derselben Gattung hervor, daß überall das Wohnloch des Gastes in der Koralle gefunden wurde. Nun ist ferner die Gegenwart der Sipunkuliden die Ursache einiger sehr auffallenden Abnormitäten im Bau der von ihnen bewohnten Korallen; Eigenschaften, welche man geradezu als spezifische Charaktere der betreffenden Arten oder der Gattung angesehen oder beschrieben hat. Bei den jüngeren Exemplaren ist die Basis der frei lebenden Koralle kaum größer als der Umfang des Kelches; bei den völlig ausgewachsenen dagegen ist jene sehr viel größer. Dies ist der erste Gattungscharakter, welcher durch die Anwesenheit des fremden Tieres hervorgerufen zu sein scheint. Denn das letztere setzt sich an die Basis der ganz jungen Koralle an und wächst mit dieser fort, aber, wie es scheint, schneller als jene, so daß der Wurm, um nicht bei einem raschen Wachstum allmählich über die Basis hinaus zu wachsen, nun sich in eine Spirallinie krümmen muß. Dabei scheint er die Basis der Koralle zugleich so zu reizen, daß sie stärker als der eigentliche Kelch wächst, und so kommt es, daß allmählich die Basis den Kelch bedeutend überragt. Auch die (Korallen-) Gattung Heterocyathus wird in einzelnen Arten ganz so wie Heteropsammia von Sipunkuliden bewohnt und in ihrem Wachstum verändert.

„In den Gattungen Heteropsammia und Heterocyathus wird aber zweitens auch noch ein anderer Charakter der Gattung durch den Sipunkuliden in sehr eigentümlicher Weise verändert. Alle mit solchen Würmern behafteten Spezies der beiden Gattungen zeigen nämlich sowohl an der Unterseite des Fußes als auch an seinen Seitenteilen eine sehr verschieden große Zahl von Löchern, welche in allen systematischen Werken als spezifische oder gar als Gattungsmerkmale beschrieben und besonders hervorgehoben werden. Diese Löcher aber stimmen gar nicht mit den Eigentümlichkeiten der Familie überein, denen jene Gattungen angehören; denn bei Heterocyathus sollte eigentlich die Seitenwand der Koralle ganz ohne Löcher sein, und bei Heteropsammia, welche zu der Gruppe der Korallen mit porösen Wandungen gehört, sind die hier beschriebenen Löcher völlig verschieden von denen, welche der Koralle selbst eigen sind. In beiden Fällen werden die Löcher durch den Wurm hervorgebracht; dies beweist ihre Unregelmäßigkeit in der Zahl sowohl als in der Stellung; sie führen direkt in die spiralig gewundene Höhlung, in welcher der Wurm lebt, und sie folgen genau der Wachstumsrichtung des letzteren. Diese Löcher stehen in keiner Verbindung mit den Hohlräumen der Koralle selbst."

Das dritte der auf S. 309 abgebildeten Tiere, Priapulus caudatus *Lam.*, aus der Familie der Priapulidae, zeigt auch schon im Äußeren eine so eigentümliche Bildung, daß es eine Sonderstellung beansprucht. Der vordere, schwach keulenförmig verdickte Körperteil ist der Rüssel, auf dessen vorderer, abgestutzter Fläche die ziemlich große Mundöffnung liegt. Die Längsrippen des Rüssels sind mit kleinen, scharfen Spitzchen besetzt. Der eigentliche Körper ist vom Rüssel durch eine Einschnürung getrennt und durch deutliche Furchen geringelt. Der Schwanz erscheint als ein büschelförmiger Anhang des Körpers, und auf der Grenze zwischen ihm und dem Körper liegt die Darmöffnung. Was über die

Verbreitung und Lebensweise der Priapeln bekanntgeworden ist, hat Ehlers zusammengefaßt. Das Vorkommen des Priapulus scheint auf die Küsten der nördlichen Meere beschränkt zu sein, hier aber wird das Tier, je weiter nach Norden, um so häufiger. In seinem ganzen Verbreitungsbezirk von Grönland, Island, Norwegen bis zu den britischen Küsten lebt der Wurm auf dem tonigen oder sandigen Boden in verschiedener Tiefe. Er gräbt sich, wie es scheint, durch Vorstoßen und Zurückziehen des Rüssels Gänge von der Länge des Körpers, die durch ein aufgeworfenes Häufchen kenntlich sind. In diesen Röhren liegt er ruhig, während der Schwanz allein in das umgebende Wasser hineinragt. Alle Beobachter, die lebende Tiere vor Augen hatten, erwähnen das Einziehen des Rüssels, wenn das Tier beunruhigt war, und ein darauffolgendes plötzliches Wiederausstülpen im Ruhezustande, ganz ähnliche Vorgänge, wie man sie auch beim Spritzwurm beobachtet. An einem Priapulus, der drei Wochen lang im Aquarium sich hielt, wurde nie beobachtet, daß das Tier irgendeinen besonderen Versuch machte, Futter zu sich zu nehmen. Im Sonnenschein wurde es lebhaft, zog den Rüssel ein und stülpte ihn rasch und plötzlich aus, entfaltete den großen Schwanzanhang und zog ihn wieder ein, bog den Körper, dehnte ihn aus und verkürzte ihn ohne eine bestimmte Ordnung der Veränderungen. Was die Nahrung betrifft, so unterliegt es keinem Zweifel, daß der Priapulus Pflanzenfresser ist; der Inhalt des Darmes spricht dafür.

Die Sternwürmer gehen im Meere bis zu 4570 m Tiefe, und zwar steigen die in Steinlöchern, Muschelschalen und Röhren hausenden Formen tiefer hinab als die frei lebenden. In der Ostsee kommt eine Priapulidenart, Halicryptus spinulosus *Sieb.*, noch bei Danzig, ja selbst bei Reval, also in fast süßem Gewässer, mindestens in Gesellschaft echter Süßwassertiere, vor.

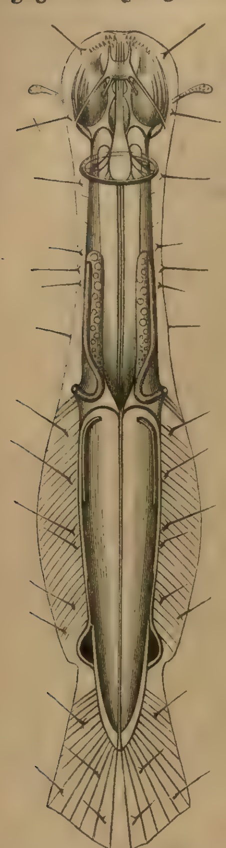
Im Anschluß an die Würmer sollen hier noch zwei kleine Gruppen von wurmartigen Tieren Erwähnung finden, die in ihrem Bau völlig von dem der bis jetzt besprochenen Würmer abweichen, aber auch untereinander keine gemeinschaftlichen Beziehungen aufweisen. Sie müssen deshalb jede für sich als eine besondere, alleinstehende Klasse im Tierreich angesehen werden, deren Verwandtschaft mit den bekannten großen Tierstämmen durchaus zweifelhaft ist.

Sechste Klasse:

Pfeilwürmer (Chaetognatha).

Die Chätognathen sind glasartig durchsichtige Würmer, die ausschließlich dem Meere angehören, auf dessen Oberfläche sie, geschickt schwimmend, oft in großen Mengen sich herumtreiben. Bald stehen sie lauernd wie ein Hecht wagerecht auf einem Flecke, bald schießen sie pfeilschnell auf ihre Beute, allerlei kleine, pelagisch lebende Seetierchen und deren Larven, los. Zu solcher Jagd sind sie aber vorzüglich geeignet; ihr schlanker Leib, der ihnen schon vom alten Martin Slabber, einem holländischen Naturforscher, vor etwa 200 Jahren den Namen Sagitta (Pfeil) eintrug, hat in der hinteren Körperhälfte jederseits eine breite, horizontale Flosse, die durch festere Einlagerungen, wie eine Fischflosse durch ihre Strahlen, gestützt wird und sich nach hinten an eine große, breite Schwanzflosse anschließt. Die Lebensweise, die eine so bedeutende Beweglichkeit bedingt, erfordert natürlich zugleich auch gut entwickelte Sinneswerkzeuge, und da sehen wir denn, daß unsere Tiere an ihrem runden, gegen den übrigen Körper scharf abgesetzten Kopfe ein Paar Augen und ein Paar Fühler

haben. Zur Bewältigung ihrer Beute sind sie mit einem kräftigen, aus mehreren einander gegenübergelegenen Haken bestehenden Kieferapparat ausgerüstet.



Pfeilwurm, Spadella cephaloptera *Busch.* 20mal vergrößert.

Die Pfeilwürmer, die alle der einen Familie der Sagittidae angehören, sind Zwitter. Sie haben eine geräumige Leibeshöhle, die durch zwei Septenpaare in drei Teile, einen Kopf-, Rumpf- und Schwanzabschnitt, gegliedert wird. Im Rumpfabschnitt liegen die paarigen Eierstöcke, während sich die paarigen männlichen Geschlechtsdrüsen im Schwanzabschnitt finden.

Die überall in den Meeren der warmen und gemäßigten Zone sich tummelnde Sagitta hexaptera *Orb.* ist mit ihren 7 cm Länge die stattlichste Art. S. bipunctata *Q. G.* mißt 1—2 cm und ist ebenfalls weit verbreitet, findet sich aber mehr in der Nähe der Küsten. Die nebenstehend abgebildete Spadella cephaloptera *Busch* wird nur ½ cm lang; sie ist im Atlantischen Ozean und im Mittelmeer heimisch. Auch in der Tiefsee sind einzelne Arten gefunden worden. Wie zahlreich sie mitunter auftreten, geht aus den Schilderungen Grassis hervor, der die Oberfläche der See bei Messina buchstäblich bedeckt von ihnen fand.

Die Entwickelung der Pfeilwürmer ist eine unmittelbare. Das mittlere Keimblatt und zugleich die von diesem eingeschlossene Leibeshöhle entstehen aus ein paar sich abschnürenden Längsfalten des Urdarmes, also auf eine ganz andere Weise, als wir es von den Leibeshöhlenwürmern kennenlernten. Diese Entwickelung der Pfeilwürmer erinnert vielmehr an die der Wirbeltiere und ihrer Vorläufer, der Manteltiere und des Lanzettfischchens. Dies ist auch neben anderen Ähnlichkeiten im Aufbau einer der Gründe, weshalb manche Forscher einen verwandtschaftlichen Zusammenhang zwischen den Chätognathen und den Chordatieren vermuten möchten. Wahrscheinlich aber ist diese Übereinstimmung mehr eine zufällige, und es ist eher denen recht zu geben, welche die Pfeilwürmer vor allem wegen der vorhandenen Metamerie der Leibeshöhle in die Nähe der Ringelwürmer zu bringen suchen.

Siebente Klasse:

Binnenatmer (Enteropneusta).

Die Binnenatmer erscheinen ebenfalls als eine solche vereinzelt stehende Gruppe. Ihr wurmartiger, bis 15 cm langer, mit bewimperter Haut bedeckter Körper ist gestreckt, drehrund und verjüngt sich langsam nach seinem abgestutzten Hinterende zu. Vorn findet sich ein sehr beweglicher, zusammenziehbarer Rüssel, seiner Form wegen „Eichel“ genannt, der an der Stelle, wo er sich mit dem übrigen Körper verbindet, stark eingeschnürt ist. Mit Hilfe dieses an- und abschwellbaren Organs bewegen sich die Tiere im Sande des Meeresbodens vorwärts. Auf die Eichel folgt ein platter Abschnitt, der sich hinten gegen den übrigen, viel längeren Leib ringartig absetzt, der sogenannte Kragen. Alles übrige bildet den Rumpf,

der von dem geraden Darm durchzogen wird und die Fortpflanzungsorgane der getrennten Geschlechter enthält. In jedem der drei Körperabschnitte liegt ein besonderer Teil der Leibeshöhle. Der Mund öffnet sich auf der Bauchseite in der Kragenregion und führt in einen Abschnitt des Darmes, dessen Wände jederseits eine Reihe von feinen Kiemenspalten enthalten, die durch entsprechende Schlitze in der Haut mit der Außenwelt in Verbindung stehen. Durch diese Kiemenspalten wird das Atemwasser nach außen entleert, nachdem ihre Wände den zur Atmung nötigen Sauerstoff aus dem Wasser entnommen haben. Ein einfaches Blutgefäßsystem ist auch vorhanden. Im Darm der Enteropneusten wird nichts als Sand gefunden, den die Tiere verschlingen, um sich von den geringen in ihm enthaltenen kleinen Lebewesen und deren Resten zu ernähren.



Balanoglossus clavigerus *Chiaje*. Junges Tier, stark vergrößert.



Tornaria-Larve von Balanoglossus clavigerus *Chiaje*. Nach G. Stiasny.

Die Binnenatmer gehören alle einer Familie, den Balanoglossidae, an. Im Atlantischen Ozean und im Mittelmeer ist Balanoglossus clavigerus *Chiaje*, von dem uns obige Abbildung eine Anschauung gibt, nicht selten. Im Mittelmeer findet sich ferner Glossobalanus minutus *Kow*. Bei ihrer Entwickelung durchlaufen die meisten der Enteropneusten ein Larvenstadium und machen somit eine Verwandlung durch. Die Larve, die durch ein paar Wimperschnüre ausgezeichnet ist, wird als Tornaria bezeichnet und erinnert in manchen Einzelheiten ihres Baues an die Larven der Stachelhäuter. Dieses und dazu noch die Ähnlichkeit, welche die Eichel der erwachsenen Binnenatmer als Fortbewegungsorgan mit dem sogenannten Wassergefäßsystem der Echinodermen aufweist, veranlassen manche Forscher, eine nähere Verwandtschaft zwischen beiden Tiergruppen zu suchen, während andere wieder Beziehungen zu den Chordatieren vermuten, die durch die Kiemenspalten angedeutet sein sollen.

Muschellinge (Molluscoidea).

Bearbeitet von Professor Dr. F. Hempelmann und Dr. E. Wagler.

Die beiden Tierklassen der Moostierchen (Bryozoa) und der Armfüßer (Brachiopoda) pflegt man in dem Tierstamm der Muschellinge oder Molluscoidea zu vereinigen, doch haben beide ihre besonderen, sehr verschiedenen systematischen Schicksale gehabt und dürften wohl noch nicht endgültig im System untergebracht sein. Äußere Ähnlichkeiten mit anderen Tieren waren für die Beurteilung ihrer verwandtschaftlichen Beziehungen maßgebend gewesen, und so brachte man denn die Armfüßer zu den Muscheln, während man die Moostierchen mit Hydroidpolypen, Korallen, Schwämmen usw. zu der großen und bunten Gesellschaft der Pflanzentiere oder Zoophyten vereinigte. Als zufolge immer mehr sich erweiternder Kenntnis diese letzteren als himmelweit verschiedene Tiere erkannt worden waren, stellte man die Bryozoen mit den Rädertieren zusammen unter dem Namen Ciliati als eine Art Anhang zu den Würmern, während andere Forscher sie mit den Manteltieren vereinigt Molluscoidea nannten, die Armfüßer aber bei den Mollusken beließen. Allman betonte die Ähnlichkeit der Moostierchen, besonders die der Larven einiger Formen, mit Muscheln, Schneider aber die Übereinstimmungen mit den Larven, aber auch mit gewissen Eigentümlichkeiten in dem inneren Bau der Sternwürmer (Sipunkuliden).

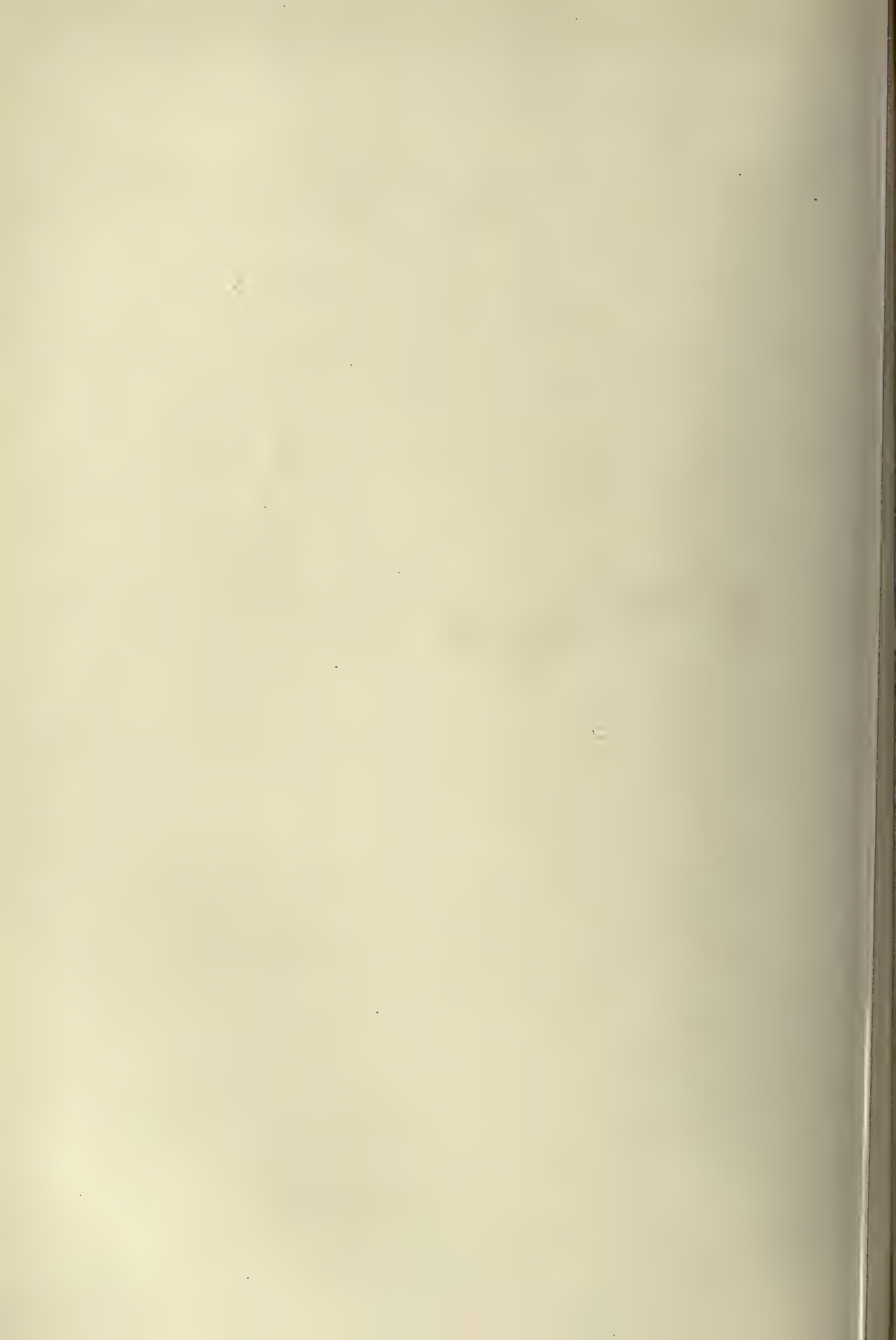
Wenn wir jetzt Bryozoen und Brachiopoden miteinander vereinigen, so sind wir hierzu nicht nur durch übereinstimmende Erscheinungen in der Entwickelung beider Tiergruppen berechtigt, sondern auch durch Ähnlichkeiten in ihrer anatomischen Beschaffenheit.

Diese Auffassung ist wohl auch in der Wissenschaft die jetzt herrschende. Meist stellt man dann in den Kreis der Molluskoideen als eine den beiden anderen gleichgeordnete Klasse die der Phoronidea ein. Zu dieser kleinen Gruppe ist nur eine einzige Gattung, Phoronis *Wright*, mit wenigen Arten zu rechnen (im Mittelmeer Phoronis psammophila *Cori*). Es sind dies kleine, zwitterige Tiere von wurmförmiger Gestalt; sie leben in selbstgefertigten Chitinröhren zu Kolonien vereinigt beieinander und erinnern in ihrem Aufbau stark an gewisse Gephyreen, eben an die Sipunkuliden, wie bereits oben erwähnt wurde. So ist eine geräumige, ungeteilte Leibeshöhle vorhanden, ein aus Ring- und Längsmuskelfasern bestehender Hautmuskelschlauch, ein geschlossenes Blutgefäßsystem mit Rücken- und Brustlängsstamm, ferner zwei Nephridien und ein Nervensystem, das sich aus Oberschlundganglion, Schlundkommissur und einem Längsnerven zusammensetzt. Die Entwickelung ist eine mittelbare; die Larvenform — Actinotrocha wird sie genannt — läßt sich ohne weiteres auf die Trochophora zurückführen. Auf der anderen Seite gleicht aber Phoronis offensichtlich, was den Darm und die Tentakelkrone anbelangt, den Bryozoen, wenigstens



Moostierchen, Plumatella repens *L.*

Vorn etwa 6fach vergrößert, hinten rechts eine Kolonie in natürlicher Größe.



einem Teil derselben, den Ektoprokten. Die Angehörigen der anderen Unterordnung der Moostierchen, die Entoprokten, weichen überhaupt in manch wichtigem Punkte von den ersteren ab, so daß viele Forscher für ihre Lostrennung von den Molluskoideen und einen näheren Anschluß an die Plattwürmer eintreten. Maßgebend ist dabei besonders das Fehlen der Leibeshöhle und die Form der Nierenorgane.

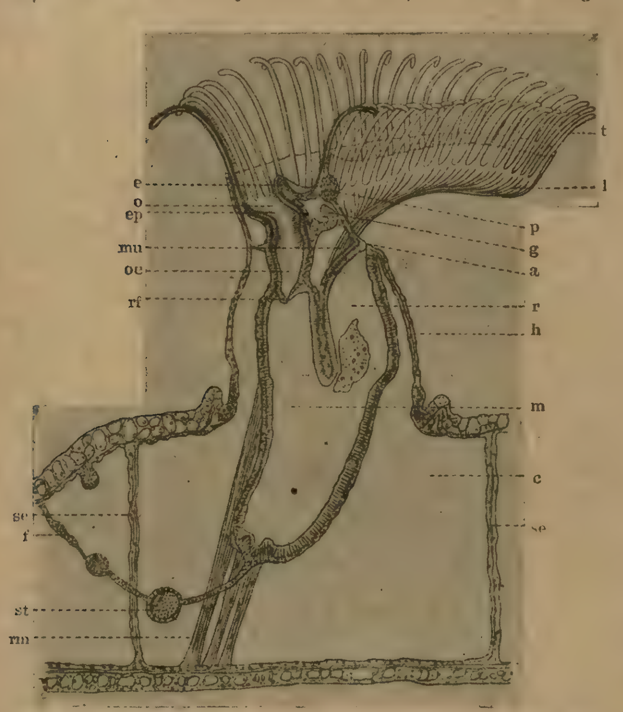
Erste Klasse:

Moostiere (Bryozoa).

Bringen wir aus einem stehenden oder langsam fließenden Gewässer Äste, Holzstämme oder dergleichen, die lange Zeit untergetaucht waren, an die Oberfläche, so werden wir nicht selten an ihnen bräunliche oder weißliche, gallertig erscheinende Verdickungen und Überzüge finden, deren Wesensart uns bei dieser Betrachtung an der Luft ganz rätselhaft erscheint. Stellen wir aber solche Holzstücke etwa in ein Glas mit Wasser, so wird sich uns bald ein überraschendes Bild darbieten. Zunächst sehen wir, daß die Überzüge, die vorher zusammengesunken waren, sich wieder dehnen und ihre gewöhnliche Gestalt annehmen, wie wir es etwa auf der Tafel „Moostierchen" im Hintergrund abgebildet finden. Bei schärferem Zusehen erkennen wir alsbald, daß an dem Klumpen ein reges Leben herrscht, denn kleine weißliche Gebilde bewegen sich da, erscheinen langsam und verschwinden blitzschnell. Nehmen wir vollends eine nicht zu schwache Lupe zur Hand und betrachten einen Teil des Überzuges genauer, so bietet sich uns ein Anblick, wie er, soweit dies eben durch die Hand des Künstlers möglich ist, auf der beigehefteten Tafel im Vordergrund erscheint. Die ganze scheinbare Gallertmasse besteht aus Röhren, aus denen weißliche, gefiederte Tentakelkronen meist erst langsam und zagend sich hervorstrecken, dann aber jede in Form eines eleganten, doppelten Hufeisens sich auseinanderbreiten. An der Bewegung der im Wasser schwebenden kleinen Schlammteilchen oder Infusorien, die wie im Strudel fortgerissen werden, überzeugen wir uns, daß die einzelnen Fiedern mit lebhaft arbeitenden Wimpern besetzt sein müssen. Was wir da vor uns haben, ist nun nichts anderes als eine Kolonie von Moostierchen, in diesem besonderen Fall von Plumatella repens *L.*, die in Deutschland überall häufig ist. Jede einzelne Röhre wird von einem Tier bewohnt, oder stellt, besser gesagt, einen Teil eines solchen dar.

An jedem Einzelindividuum (Zooecium) einer Moostierkolonie kann man nämlich zwei Körperabschnitte unterscheiden: einmal ein Gehäuse, das in unserem Falle röhrenförmig, bei anderen Arten dagegen oft sack- oder kastenartig erscheint, und das meist durch Chitin oder Kalkeinlagerungen verhärtete Wände besitzt. Aus diesem sogenannten Cystid streckt sich nun der andere Teil, der wegen seiner Ähnlichkeit mit Hydrozoen Polypid genannt worden ist, und der eine weiche, biegsame Körperwand besitzt. An dem Ende des Polypids befindet sich die erwähnte, mit Wimpern besetzte Tentakelkrone, deren kreis- oder hufeisenförmige Gestalt ein Merkmal für die systematische Einteilung der Klasse abgibt. Sie umstellt die Mundöffnung, die bei den Phylaktolämen (S. 318) von einem Deckel (Epistom) überragt wird, und die in einen oft muskulösen Schlund führt. Der Darmkanal hängt wie eine Schlinge, der Magen zu unterst, in die geräumige Leibeshöhle hinein und endigt bei den Ektoprokten (S. 318) rückenständig von der Mundscheibe nach außen, während bei den Entoprokten (S. 322) der After von den Tentakeln mit umstellt wird. Sonst ganz frei,

wird er nur durch einen runden Strang, den Funikulus, an die Leibeswand locker befestigt. Die schematische Abbildung einer Cristatella macht uns diese Verhältnisse am besten klar. Unter der Haut des ganzen Tieres befindet sich eine Lage von Ringmuskeln, innerhalb deren Längsmuskelfasern verlaufen. Das Polypid kann in das Gehäuse durch mächtige Rückziehmuskeln (rm) eingestülpt und eingezogen werden. Blutgefäße und Ausscheidungsorgane sind nicht vorhanden; dagegen liegt zwischen dem Anfangsdarm (oe) und After a das Nervenzentrum in Gestalt eines Ganglions g, von dem Nerven nach den Tentakeln t und dem Darm ausgehen. Die Moostiere sind Zwitter; ihre Keimdrüsen entwickeln sich in der Bedeckung der Leibeshöhle, die weiblichen meist am Funikulus. Besondere Ausführungsgänge sind nicht beobachtet. Die Kolonien verdanken ihre Entstehung einer ungeschlechtlichen Vermehrung, einer Bildung von Knospen in der Körperwand. Neben solchen äußeren Knospen finden sich bei den Süßwasserbryozoen aber noch innere (st), die am Funikulus (f) ihre Entstehung nehmen. Wir werden davon weiter unten noch zu sprechen haben. Die Entwickelung der im Meere lebenden Bryozoen ist eine Metamorphose unter Durchlaufen eines Larvenzustandes, während sie bei denen des Süßwassers mehr unmittelbar verläuft.



Längsschnitt durch ein Einzeltier von Cristatella mucedo *Cuv.* Nach Cori aus W. Kükenthal, „Leitfaden für das zool. Praktikum", 3. Aufl., Jena 1905. t Tentakel, mu Muskel der Tentakelkurve, l Tentakelträger, e Munddeckel (Epistom), o Mund, oe Anfangsdarm mit Flimmerepithel (ep), rf Ringfalte, m Magen, r Enddarm, a After, g Gehirn, p Öffnung für die Ausscheidungsprodukte, h Leibeswand, se Scheidewand, c Leibeshöhle, rm Rückziehmuskeln, f Funiculus, st Statoblast.

Dies sind die einförmigen wesentlichen Grundzüge des Baues einer Tiergruppe, von der man zwar gegen 1700 fossile und noch lebende Arten kennt, die aber trotz der Anhäufung der Einzeltiere zu Stöcken im ganzen sehr wenig in die Augen fällt. Einige Sippen überziehen wie unsere Plumatella im Süßwasser Wurzeln und die Stengel der Seerosen bis zu Armesdicke, sind aber dabei so unansehnlich und mißfarbig, und die Schönheit der winzigen Einzeltiere entzieht sich dabei so dem Auge, daß auch durch diese Massen die Aufmerksamkeit nicht erregt wird. Von äußerster Mannigfaltigkeit und bewundernswürdiger Zierlichkeit sind die Stöcke der seebewohnenden Bryozoen, auch von außerordentlicher Häufigkeit. Sie erheben sich von den verschiedensten Unterlagen als zierliche Bäumchen oder gabelig sich verzweigende Gebilde oder kriechen bisweilen in dieser Verzweigung auf der Unterlage hin. Andere wieder verflechten sich zu feinen Netzen und Krausen oder gleichen zusammenhängenden Rasen und Moosen, bilden Blätter, an denen entweder nur auf einer oder auf beiden Seiten die Tentakelkränze zum Vorschein kommen.

Zur Beute der Schleppnetzfahrten an den Küsten des Atlantischen Ozeans und des Mittelmeeres zählt sehr oft die sogenannte Netzkoralle, Retepora cellulosa *Cavol.*, keine Koralle, sondern ein echtes Moostier, dessen Kolonien einen schönen Anblick gewähren. Im frischen Zustande erscheinen die einem feinen becherartigen oder mannigfach gefalteten und gekrausten Netzwerk gleichenden Stöcke von einer rötlichen organischen Masse überzogen, aus der sich die zarten Vorderenden der nur mit starker Lupe deutlich erkennbaren Einzeltiere erheben. Die Stöcke aber, aus denen die Weichteile durch Bleichen und Putzen entfernt sind, haben eine blendend weiße Farbe. Es überwiegt an ihnen die kalkige, die einzelnen Individuen verbindende Zwischenmasse, deren Verhältnis zu den den Einzeltieren angehörigen Teilen ein ganz ähnliches ist wie bei den Polypen. In den kleinen Öffnungen, die wie Pünktchen auf den durchbrochenen Blättern der Stöcke zu sehen sind, saßen vorher die Zoöcien. Ihre Wandungen sind die zu Skelett gewordenen Gehäuse.



Netzkoralle, Retepora cellulosa *Cavol.* Natürliche Größe.

Als Beispiel der ungemein zahlreichen überrindenden, oft auch zugleich freiblätterig ausgebreiteten Moostierformen des Meeres geben wir auf S. 318 eine Lepralie des Mittelmeeres. Der Fuß des Stockes ruht auf einem vielästigen Gebilde, einer den Algen verwandten, sehr gemeinen Kalkpflanze aus der Abteilung der Melobesieen, und diese selbst ist einem Steine aufgewachsen. Die Einzeltiere sind im Stocke in Reihen geordnet, und eine Eigentümlichkeit, welche die Lepralien von den Reteporen und anderen Bryozoen unterscheidet, besteht darin, daß die Individuen sich nur auf einer Seite des Stockes, also in einfacher Schicht befinden.

Die Erhaltung im fossilen Zustande verdanken die Bryozoen der Erhärtung und Verkalkung des größten Teiles der Leibeswand. Die so wechselnde Form der Stöcke hängt von der besonderen Art der Knospenbildung ab. Nachdem nämlich das aus dem Ei gekommene Wesen sich festgesetzt hat, wird der Stock durch Knospenbildung aufgebaut. Indem bei

jeder Sippe und Art die Knospen an bestimmter Stelle hervorbrechen und eine bestimmte Lagerung zu den Muttertieren annehmen, sind infolge kleiner Abweichungen doch die verschiedensten Koloniеformen das Ergebnis. Da jedes Zoöcium des Stockes zu bestimmter Zeit auch Eier und Samen hervorbringt, so ist für die Vermehrung in ergiebigster Weise gesorgt. Man kann am Meeresstrande binnen wenigen Tagen eine reiche Ernte an Bryozoen machen. Man braucht nur Haufen von Tangen sich nach Hause bringen zu lassen, um fast an jedem blattartigen Teile dieser niederen Pflanzen gewisse Arten anzutreffen; und wo der Meeresboden nicht gar zu unfruchtbar und ungünstig ist, sind die Steine und die noch vollen und die leeren Schneckengehäuse und Muschelschalen mit Bryozoenstöckchen besetzt, die man allerdings oft erst bei sorgsamer Durchmusterung mit der Lupe entdeckt.



Eine Lepralie. Natürliche Größe.

Daß unsere Tierchen in dem großen Konzert der organischen Welt keine große Rolle spielen, ist aus dem Obigen klar. Ihre Anzahl ist aber wieder so erheblich, die Einzelheiten ihrer Organe, die Art und Weise ihrer Knospenbildung und Fortpflanzung sind so mannigfaltig, daß die Beschäftigung mit ihnen ein Naturforscherleben auf Jahre auszufüllen imstande ist, wie die umfangreiche Literatur über sie beweist. Die Hauptanhaltspunkte für die systematische Einteilung sind der Beschaffenheit des Mundes und der Fühlerkrone entnommen, wie wir wenigstens durch einige Beispiele zu belegen versuchen werden.

Nach der Lage des Afters zum Tentakelkranz teilt man die Moostiere in zwei Ordnungen: 1) die Ectoprocta, bei denen der After außerhalb, und 2) die Entoprocta, bei denen er innerhalb des Tentakelkranzes mündet.

Erste Ordnung:

Ectoprocta.

1. Unterordnung: **Armwirbler (Lophopoda** oder **Phylactolaemata).**

Die Mehrzahl der Moostierchen des süßen Wassers gehört der Unterordnung der Armwirbler an, deren Mund mit einem zungenförmigen Deckel, dem Epistom, versehen ist (daher der Name Phylactolaemata). Ihre Kiemen sind hufeisenförmig (daher auch Lophopoda), am Grunde von einer kelchförmigen Haut umwachsen. Die Cystide sind entweder ganz weich oder hornig und kommen daher im fossilen Zustande nicht vor.

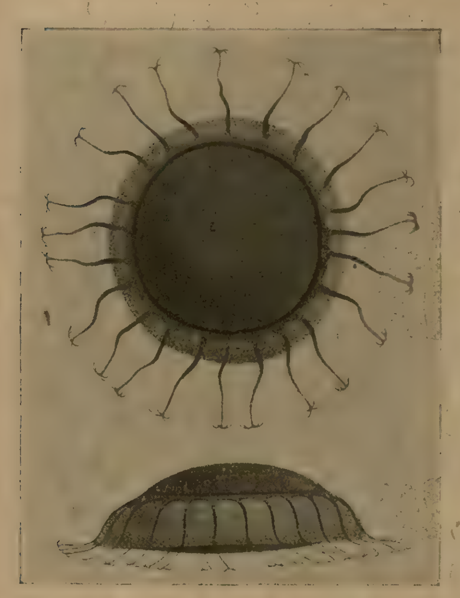
Eine sehr merkwürdig sich verhaltende Sippe ist Cristatella *Cuv.* Sie bildet elliptische Kolonien, die nicht festgewachsen sind, sondern langsam kriechend auf schleimiger Sohle sich fortzubewegen vermögen. Als richtender Reiz kann z. B. das Licht wirken. Die Bewegung der ganzen Kolonie wird dadurch einheitlich, daß neben den Nerven jedes einzelnen Tieres noch ein besonderes Nervensystem besteht, das mit dem der Einzeltiere in Verbindung steht und von Nachbar zu Nachbar durch Öffnungen zieht, durch die auch die Leibesflüssigkeit des einen den übrigen zustatten kommt. Ein Kommunismus idealster Art! Auf plötzliche Reize hin, etwa auf eine starke Erschütterung oder dergleichen, pflegt die ganze Kolonie sich von ihrer Unterlage zu lösen und im Wasser zu Boden zu sinken oder mit dem Strome fortzutreiben. Wir kennen nur eine Art, Cristatella mucedo *Cuv.*, die für sich die Familie der Cristatellidae ausmacht. Eine solche Kolonie ist gewöhnlich gegen 5 cm lang, man hat aber auch solche von 30 cm beobachtet.

Unsere Plumatella fungosa *Pall.* ist ein Vertreter der Plumatellidae und zugleich das bei uns gemeinste Moostier. Ulmer unterscheidet noch vier weitere Arten derselben Gattung aus unseren Gewässern, von denen nur der auf der Tafel bei S. 315 dargestellte Federbuschpolyp, Plumatella repens *L.*, genannt sei, dessen Röhren hirschgeweihartig verzweigt sind. Unregelmäßig verästelt sind die Kolonien von Fredericella sultana *Blbch.*, während die von Lophopus crystallinus *Pall.* gelappte, sackförmige Überzüge auf Blättern, Zweigen usw. bilden. Bei diesen Bryozoen des süßen Wassers treffen wir nun überall neben der geschlechtlichen Fortpflanzung die ungeschlechtlichen Vermehrungsarten, deren wir schon Erwähnung taten, als Anpassung an äußere Verhältnisse, Winterkälte, Austrocknung usw. Sie wurden in neuerer Zeit namentlich von Kraepelin und Braem genauer untersucht.

Die ungeschlechtliche Vermehrung vollzieht sich durch Keimkörper, die von zweierlei Art sein können. Bei der Gattung Paludicella *Gerv.*, die, wie wir nachher sehen werden, einer ganz anderen Ordnung angehört, aber doch wie die bis jetzt erwähnten Formen im Süßwasser lebt, bilden sie sich Ende September innerhalb weniger Tage durch einfache Abschnürung vom Stocke, der darauf zugrunde geht. Sie sind von sehr verschiedener Größe, zeigen aber die Verhältnisse anderer, mit dem Stocke in Zusammenhang bleibender Knospen von gleicher Größe: es sind eben tatsächlich losgelöste Knospen, sogenannte Winterknospen, die an den Resten der horizontal kriechenden Zweige der Paludicella-Stöckchen haftenbleiben und im nächsten Frühjahr an Ort und Stelle zu einer neuen Kolonie auswachsen, von den aufrechtstehenden aber durch das Wasser weggespült werden und in der Ferne neue Ansiedelungen zu gründen bestimmt sind.

Anderer Natur ist eine zweite Art von Keimkörpern, die sich als Zellhaufen auch Ende des Sommers am Funikulus bilden, von ovaler oder runder abgeplatteter Gestalt sind und eine eigentümliche Schale um sich abscheiden (Abb., S. 320). Diese ist von horniger, durchsichtiger Beschaffenheit, von bräunlicher oder gelblicher Farbe und besteht aus zwei Klappen, die wie Uhrgläser aufeinander gepaßt sind. Der beide Klappen umgebende Rand ist oft verbreitert und enthält im Inneren kleine Luftkammern oder radiär abstehende starre Hornfäden mit Widerhaken am Ende. Dieser Ring, der „Schwimmgürtel", dient dazu, die fertigen, Statoblasten genannten Winterkeime auf der Oberfläche des Wassers zu erhalten. Die Widerhaken stellen gewissermaßen Anker dar, mit denen die von Wind und Wellen fortgetriebenen Statoblasten an geeigneten Stellen, an denen sie sich im nächsten Frühjahr entwickeln werden, hängenbleiben. Die Entwickelung wird dadurch eingeleitet, daß sich

die beiden Klappen zu einem Spalt auseinandergeben, aus dem die Keimmasse austritt. Aus den auf ungeschlechtlichem Wege hervorgebrachten Winterknospen und Statoblasten erscheinen Individuen, die sich geschlechtlich fortpflanzen, und deren Nachkommenschaft schließlich wieder die Winterkeime liefert. Dabei ist nicht ausgeschlossen, daß die Stöckchen, die aus solchen sich entwickelt hatten, eine Zeitlang zwar geschlechtlich sich fortpflanzen, im Herbst aber selber auch Statoblasten liefern. Das Wachstum der Bryozoenstöckchen durch Knospung, das Ablösen der Winterknospen bei Paludicella, die Bildung der Statoblasten und das Auftreten von Eiern zeigt uns so recht, wie Wachstum und Fortpflanzung miteinander zusammenhängen.



Statoblast von Cristatella mucedo *Cuv.*, oben von der Fläche, unten von der Seite gesehen. Stark vergrößert. Nach Krämer, „Die deutschen Süßwasserbryozoen". (Zu S. 319.)

Braem ist der Meinung, daß die Statoblasten wenigstens von Cristatella einfrieren müssen, um entwickelungsfähig zu bleiben. Er bemerkt über den Einfluß des Frostes auf die Statoblasten: „Am deutlichsten zeigte er sich dann, wenn von den Statoblasten der nämlichen Kolonie nur eine Hälfte dem Frost ausgesetzt wurde, die andere ihm dagegen entzogen blieb. Während in diesem Falle die erstere sich zur Erzeugung von Embryonen durchweg als tauglich erwies, konnte jene einstweilen durch keine Bemühungen zur Entwickelung gebracht werden, selbst dann nicht, wenn die Temperatur dem Nullpunkt sehr nahe gestanden hatte. Man sieht also, daß bei der völligen Gleichartigkeit des Materials nur der Frost das ausschlaggebende Moment bilden konnte, und daß ferner gerade die Erstarrung der Flüssigkeit, nicht bloß eine verhältnismäßige Abkühlung, von Bedeutung ist. — Immerhin scheint es, daß auch der Frost nicht allzu flüchtig sein darf, und daß er wenigstens einige Tage anhalten muß, wenn sein Einfluß deutlich hervortreten soll."

Diese Beobachtung ist merkwürdig, aber es ist zu bezweifeln, ob eine Verallgemeinerung des Beobachteten gerechtfertigt ist. Für die nördlichen Verhältnisse Königsbergs mag die Sache gelten, aber für andere Gegenden nicht. In Westeuropa entlang der Küste sind Winter, in denen das Wasser nicht zu Eis gefriert, nicht ausgeschlossen, und doch findet sich dort Cristatella. Ebenso wissen wir, daß Fritz Müller in Brasilien und Carter in Britisch Indien Statoblasten bei Bryozoen beobachtet haben.

2. Unterordnung: **Kreiswirbler** (**Stelmatopoda** oder **Gymnolaemata**).

Ungleich zahlreicher sind solche Familien der Moostierchen, denen der Munddeckel, das Epistom, fehlt, deren Mund daher unbedeckt ist. Als zweites Hauptmerkmal ist anzuführen, daß die Tentakel nicht hufeisenförmig angeordnet sind, sondern im Kreise auf einer Scheibe stehen. An diese wichtigste Eigenschaft soll der eine systematische Name für diese Unterordnung, Gymnolaemata, erinnern, womit eben das Unbedecktsein des Mundes bezeichnet wird.

Zu den wenigen Süßwasserbewohnern unter den Kreiswirblern gehört die Familie der **Paludicellidae** mit der obenerwähnten Paludicella ehrenbergi *Bened.*, an welcher der Tentakelkranz unvollkommen ausstülpbar ist und daher auch im Zustande der größten Ausdehnung des Tieres von einem doppelten Kragen umgeben erscheint.

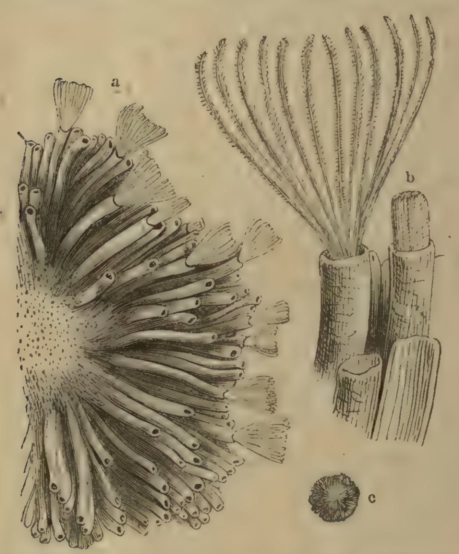
Eine andere, und zwar sehr umfangreiche Gruppe der Gymnolämen sind die sogenannten Chilostomen, von deren Beschaffenheit uns die in der Nordsee gemeine **Flustra foliacea** *L.* aus der Familie der **Flustridae** eine Vorstellung geben kann. Die vergrößerten Zellen, die wir auf der untenstehenden Abbildung sehen, sind jener erhärtete Teil des Tieres, in den sich der weich bleibende Vorderteil zurückziehen kann. Dies geschieht durch eine querstehende Öffnung, an der sich ein lippenartiger elastischer Deckel befindet. Die Tierchen können also in diesem Gehäuse sich abschließen und sichern, und diejenigen Sippen, die nicht, wie Flustra und andere, mit einem besonderen Deckel ausgestattet sind, können die Querspalte durch Muskeln zusammenziehen. Die Kolonien unserer **Flustra** bilden blattartige, verzweigte Lappen, die auf beiden Seiten aus einer Lage eng aneinanderliegender Individuen zusammengesetzt sind. Die Zellen verkalken, jedoch nicht stark, so daß sie im frischen Zustand elastisch und mit dem ganzen Stock sehr biegsam bleiben.



Flustra foliacea *L.* Links ein Stock in natürlicher Größe, rechts einige vergrößerte Zellen.

Bei den Gymnolämen und unter ihnen ganz besonders bei den Chilostomen kommt an den Stöckchen Arbeitsteilung vor, d. h. die einzelnen sie zusammensetzenden Tierchen zeigen einen ungleichartigen Bau und dienen verschiedenen physiologischen Leistungen. Es finden sich Zoöcien, Stolonen, Avikularien, Vibrakeln und Ovicellen. Die Zoöcien sind die eben erwähnten, in die Gehäuse zurückziehbaren und am vielseitigsten entwickelten Mitglieder der Kolonie, die zur Atmung, Nahrungsaufnahme und Verdauung, wohl auch zum Empfinden dienen. Die Stolonen sind wurzelartige Ausläufer der Stöckchen, die aus sehr vereinfachten Individuen bestehen und die Befestigung der ganzen Gesellschaft auf unter ihr befindliche Gegenstände, Steine, Muscheln, Schneckenschalen usw., vermitteln. Höchst eigentümliche Gebilde sind die Avikularien. Sie gleichen auffallend dem Kopf eines Vogels, etwa eines Papageien, es sind Zangen mit einer größeren oberen (Schädel und Oberkiefer des Vogels) und einer kleineren unteren Backe (Unterkiefer), die sich fortwährend mittels eines ziemlich verwickelt angeordneten Muskelapparats öffnen und schließen. Sie sitzen beweglich auf einem kurzen Halse und immer in der Nähe des Einganges in ein Zoöcium. Schnappend wenden sie sich nach allen Seiten, und da die Bryozoenstöckchen keine Ausnahme von anderen stockartig entwickelten Meerestieren bilden, sondern ebenso häufig wie diese von allerlei kleinem Getier, Würmern, Krebschen, Larven usw., als Ruhestellen aufgesucht werden, so kann es nicht ausbleiben, daß ab und zu eins dieser Geschöpfchen in den Bereich der schnappenden Zangen gerät, die es packen, halten und das tote zwischen sich in Verwesung übergehen lassen. In unmittelbarer Nähe des Wimperspiels

des Tentakelkranzes am Zoöcium befindlich werden die Teilchen der verfaulenden Beute, aber auch allerlei kleine, durch diese herbeigelockte Organismen dem Ernährungstier zugestrudelt und verschwinden in sein Maul. Die Vibrakeln sind lange, fadenförmige, äußerst bewegliche Gebilde, die gleichfalls auf kurzen Stielen sitzen und wie Peitschen fortwährend hin und her schlagen. Ihre Bedeutung ist nicht ganz klar. Vielleicht sind es einem besonderen Zwecke dienende Tastorgane, vielleicht verscheuchen sie lästige Besucher des Stockes. Die Ovicellen, auch Oöcien (Eierhäuschen) genannt, sitzen als glocken-, helm- oder blasenförmige Gebilde am unteren Ende der Zoöcien und enthalten je ein Ei, sie sind also Brutkapseln für das darunterliegende Zoöcium.



Tubulipora verrucosa *M.-E.* a) Teil eines Stockes, vergrößert; b) einige Zellen, stark vergrößert; c) ein Stock in natürlicher Größe.

Sehr schön und deutlich ausgebildete Avikularien finden wir bei der im Mittelmeer häufigen Bugula plumosa *Pall.* und B. avicularia *L.*, die der Familie der Bicellariidae angehören. Durch eine eigenartige, dreieckige, seitlich flach gedrückte Larve (Cyphonautes genannt) ist Membranipora pilosa *L.* ausgezeichnet, ein Vertreter der kleinen Familie der Membraniporidae. Die auf S. 317 geschilderte Netzkoralle, Retepora cellulosa *Cavol.*, gehört ebenso wie Lepralia pertusa *Esp.* der Familie der Escharidae an.

In wesentlich anderem Verhältnis als bei den Chilostomen steht bei Tubulipora flabellaris *F.* aus der Familie der Tubuliporidae der einstülpbare Teil zum starren Zellenteil; die Mündung ist endständig und weit und geht ohne Verengerung in das weiche Vorderende über. Die Familie, eine von sehr vielen dieser Rundmündigen oder Cyklostomen, bildet mit ihren Stöcken schüsselförmige Inkrustationen mit strahlenförmiger Anordnung der Einzeltiere, wie die vergrößerte Hälfte Figur a an Tubulipora verrucosa *M.-E.* zeigt. In Figur b finden wir einige noch mehr vergrößerte Zellen.

Zweite Ordnung:

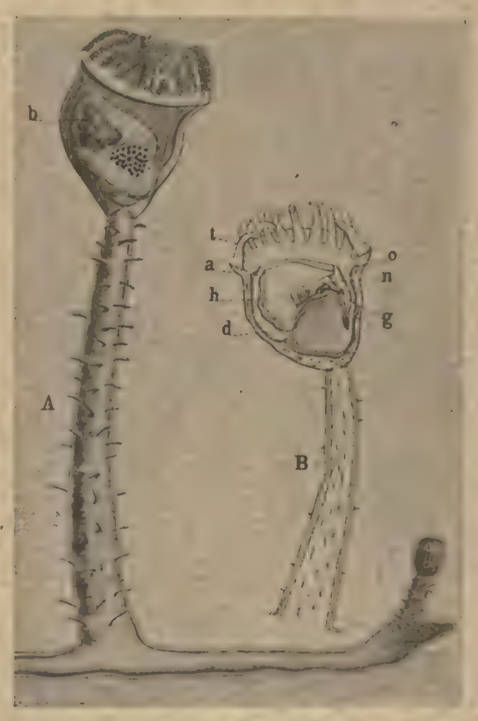
Entoprocta.

Viele Systematiker reihen den eben geschilderten Moostieren noch einige Gattungen an, deren am meisten in die Augen fallendes äußeres Merkmal die Lage des Afters innerhalb des Fühlerkranzes ist, und die man deshalb Entoprocta genannt hat.

Ihr Körper gleicht mehr oder weniger einem Weinglase und besteht aus einem Stiel mit dem das Tier auf der Unterlage festgeheftet ist, und dem eigentlichen kelchförmigen Rumpfe, der die Eingeweide enthält. Die äußere Haut scheidet eine Kutikula ab. Besonders am Stiele kann diese Hülle ziemlich fest werden und bei manchen Formen, z. B. bei der auf S. 323 abgebildeten Pedicellina echinata *Sars*, mit Dornen besetzt sein. De

Rand des Kelches trägt einen Kranz von Fühlern (t), die einwärts gekrümmt und auf der Innenseite mit langen Wimpern besetzt sind. Am Grunde des Kelches, dicht unterhalb des Fühlerkranzes, liegt die Mundöffnung und ihr gegenüber der After.

Den inneren Aufbau des Tieres werden wir am besten an der Hand der Abbildung B verstehen. Sie stellt einen etwas schematischen Längsschnitt durch die Körpermitte dar, der die Mund- und Afteröffnung mit trifft. Durch einen solchen Schnitt wird das Moostierchen in zwei symmetrische Hälften geteilt. Wir sehen den hufeisenförmigen Darm (d); die beiden Schenkel stellen den Anfangs- und Enddarm dar, während der mittlere, mit hohen Zellen ausgestattete Abschnitt der Magen ist. Zwischen Mund (o) und After (a), der Speiseröhre anliegend, findet sich ein Nervenknoten (g) und vor letzterem ein Paar Nephridien (n). Weiter nach dem After zu sehen wir die Geschlechtsdrüsen (h), deren Ausführgänge in den Hohlraum des Bechers (das Atrium) ausmünden. Die meisten Entoprokten sind getrennten Geschlechtes, man kann also bei ihnen zwischen Männchen und Weibchen unterscheiden, einige wenige sind jedoch Zwitter. Alle Eingeweide sind eingebettet in einem dichten, von reichlichen Muskelzellen durchsetzten Parenchym in der Weise, wie wir es bei den Plattwürmern kennengelernt hatten; eine geräumige Leibeshöhle fehlt vollkommen. Das ist natürlich ein schwerwiegender Unterschied gegenüber den ektoprokten Bryozoen, und viele Forscher sind deshalb für eine Trennung der beiden Ordnungen und den näheren Anschluß der Entoprocta an die Plathelminthes eingetreten. Auch der Stiel ist von solchem Parenchym ausgekleidet und außerdem von Muskelfasern durchzogen, die eine sehr große Beweglichkeit der Tierchen ermöglichen.



Pedicellina echinata *Sars*. A) Einzeltier mit junger Knospe in Seitenansicht. Nach H. Nitsche, „Zeitschr. f. wiss. Zool.“, Bd. 20. Leipzig 1880. Vergr. 57:1. B) Einzeltier im Durchschnitt. Nach Claus-Grobben, „Lehrbuch der Zoologie“.

Die Fortpflanzung erfolgt auf ungeschlechtlichem oder geschlechtlichem Wege. Durch Knospung entstehen junge Tiere, die schnell und ohne die Umschweife einer Verwandlung die Gestalt des Muttertieres erreichen und entweder nach erlangter völliger Reife abfallen, um neben ihrer Erzeugerin sich festzusetzen, oder dauernd mit ihr in Verbindung zu bleiben. In diesem Falle gehen nach und nach aus einem Muttertiere kleine Kolonien hervor. Aber die Vermehrung beschränkt sich nicht hierauf. Zeitweise, aber ohne daß die geschilderte Fortpflanzung durch Seitensprößlinge unterbrochen wird, treten aus dem Eierstock befruchtete Eier (b) nach oben in das Atrium und entwickeln sich da zu Wesen, die gar keine Ähnlichkeit mit den reifen Tieren haben. Es sind Larven, die eine weitere Verwandlung durchmachen müssen, mit Scheitelplatte und Wimperring ausgerüstet sind und sich ohne große Schwierigkeit auf die Trochophora-Larve zurückführen lassen.

Die meisten Entoprocta sind Meeresbewohner, nur die Gattung Urnatella *Leidy* lebt

in süßen Gewässern Nordamerikas. Sie führen zum Teil ein recht verstecktes Dasein und nähren sich von den kleinsten im Wasser schwebenden Lebewesen. Diese werden durch die Flimmerchen der Tentakel in eine hufeisenförmige Rinne am inneren Umkreise der Fühlerscheibe gestrudelt und in dieser weiter nach dem Munde geleitet.

Die in unserer Abbildung (S. 323) dargestellte Pedicellina echinata *Sars* ist im Mittelmeer und in der Nordsee (z. B. bei Helgoland) heimisch. Die Köpfchen erheben sich von einem Wurzelgeflecht, das alle Tiere der Kolonie verbindet und auf der Unterlage hinkriecht. Ebenfalls zu Stöckchen vereinigt und wie Pedicellina getrennten Geschlechtes sind die Individuen der Urnatella gracilis *Leidy*. Loxosoma neapolitanum *Kow.* und Loxosoma singulare *Keferst.* sind dagegen zwittrig, und bei ihnen lösen sich die Einzeltiere nach erlangter Reife los. Sie leben verborgen in den Hohlräumen der Hornschwämme.

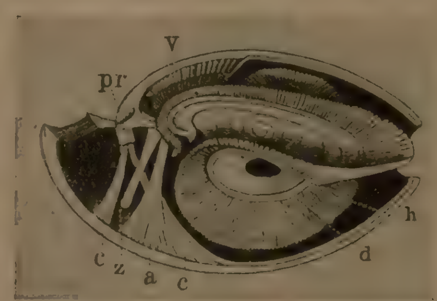
Zweite Klasse:

Armfüßer (Brachiopoda).

Über dem deutschen Namen dieser Tierklasse waltet das in der Naturgeschichte leider nicht seltene Verhängnis, daß er durchaus irreführend ist, sofern er eine charakteristische Eigentümlichkeit der Tiergruppe, der er gegeben wurde, bezeichnen soll. Man ging einst von der Voraussetzung aus, daß man es hier mit Weichtieren zu tun habe, und da man dort eine Klasse der Kopffüßer, eine andere der Bauchfüßer kennt, wurde nach einem entsprechenden Namen gesucht, der die Eigentümlichkeit der neuen Abteilung jenen gegenüber ausdrücken sollte. Allein die sogenannten Armfüßer sind arm- und fußlos, sie haben weder Arme, die sich mit den um den Mund gestellten Fang- und Gehwerkzeugen der Cephalopoden, noch einen Fuß, der sich mit der Sohle der Schnecken oder mit dem Beilfuße der Muscheln vergleichen ließe. Die früheren Naturforscher haben ihnen eine Beziehung angedichtet, die nicht vorhanden ist, und nach der man deshalb greifen zu können glaubte, weil eine andere Übereinstimmung dazu verleitete. Man bezeichnet nämlich mit dem Namen Armfüßer oder Brachiopoda eine Tiergruppe, die allerdings durch ein zweiklappiges Gehäuse sich auf das engste an die Muscheltiere anzuschließen scheint, so eng, daß man bis in die neuere Zeit hinein sie als eine Ordnung jener Klasse anzusehen gewohnt war. In zwei spiralig eingerollten Organen, die neben der Mundöffnung entspringen, glaubte man die zum Herbeiholen der Nahrung verwendbaren Werkzeuge erblicken zu müssen, indem man vielleicht unwillkürlich an die damals von Cuvier auch für Weichtiere gehaltenen Rankenfüßer unter den Krebsen dachte. Das Mißverständnis konnte sich um so eher einnisten, als bis vor ungefähr 50 Jahren die Tiere fast nie lebend beobachtet wurden und erst die neuere Zeit die Aufklärung brachte, daß diese vermeintlichen Fangarme gar nicht imstande sind, den ihnen zugeschriebenen Dienst zu verrichten, sondern in Wahrheit die Kiemen sind. Die 1873 und 1874 veröffentlichten Untersuchungen des Amerikaners Morse und des Russen Kowalewsky haben vielmehr die schon einmal von dem genialen Steenstrup ausgesprochene Ansicht, die Armfüßer seien stark umgewandelte Würmer, bis zu einem gewissen Grade bestätigt und durch die Darlegung von deren innerem Bau und ihrer Entwickelungsgeschichte einigermaßen bekräftigt.

Es geht wohl aus diesen Zeilen hervor, daß von den Lebensäußerungen und Taten dieser Wesen wenig zu berichten sein wird. Sie gehören zu den langweiligsten und verschlossensten Mitgliedern der großen Lebewelt.

Glücklicherweise sind andere Seiten an ihnen der Beachtung und Betrachtung höchst wert. Zuerst will Aufbau und Stil ihres Körpers verstanden sein, und wenn uns dies zum größten Teil gelungen sein wird, dann werden wir die ungemeine Zähigkeit bestaunen, mit der sie seit den ältesten Zeiten der tierischen Schöpfung, soweit sie uns näher bekannt sind, den Wechsel aller Lebensbedingungen über sich hingehen ließen, ohne sich wesentlich zu verändern. Die Blütezeit der Klasse ist längst vorüber; nicht nur in Arten, sondern noch viel mehr in Individuenzahl wucherten sie einst so, daß stellenweise aus ihren Anhäufungen dicke Felsenschichten entstanden, und daß dem Geologen ihr Vorkommen ein unentbehrliches Hilfsmittel zur näheren Bestimmung der Reihenfolge in den älteren Gebirgsformationen ist. Den jetzt lebenden etwa 150—160 Arten von Armfüßern, die wir kennen, stehen gegen 7000 fossile gegenüber. Wichtige Schlüsse lassen sich aus der Übereinstimmung der heutigen Armfüßer mit ihren ältesten Vorfahren auf die Beschaffenheit der Urmeere ziehen. Ihr eigentliches Herkommen aber, ihre wahrscheinliche Blutsverwandtschaft blieb bis in die neueste Zeit verborgen, und die bloße Tatsache ihres vollendeten Vorhandenseins in den ältesten geschichteten Gesteinen drängte unabweisbar für sich allein schon zur Voraussetzung, daß unsere sogenannte Primordialfauna, d. h. die Tierwelt, die wir bis jetzt als die älteste ansehen zu müssen glaubten, eine vielleicht ebenso lange und ebenso alte Reihe von Vorfahren gehabt hat, wie von ihr bis zur heutigen Lebewelt nachgewiesen ist.



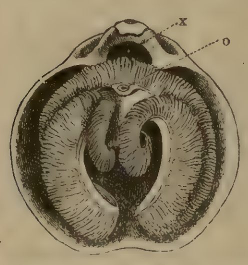
Waldheimia (Magellanea) flavescens *Val.* Aus K. A. v. Zittel-Broili, „Grundzüge der Paläontologie". 1. Abt.: Invertebrata. München und Berlin 1915. pr Schloßfortsatz, v Mund, c Muskel zum Öffnen, a Muskel zum Schließen der Schale, z Darm, d Spiralarme mit dem ausgefransten Saum h.

Auch der Laie in der Zoologie wird geneigt sein, wenn er die folgenden Abbildungen der Tiere flüchtig betrachtet, sie für die allernächsten Verwandten der Muscheln zu halten. Bei näherer Kenntnisnahme zeigen sich aber doch die erheblichsten Verschiedenheiten in dem Gehäuse und in den Weichteilen dieser Geschöpfe, ohne daß vermittelnde Glieder die Herleitung der einen Klasse aus der anderen verständlich machen könnten. Dagegen ist die von Morse durchgeführte Vergleichung mit den Ringelwürmern von ziemlichem Erfolg gewesen, zumal auch die Entwickelungsgeschichte uns zum Verständnis verhilft. An den Muschelwürmern, wie wir sie besser nennen sollten, ist nicht die Lebensweise der einzelnen Tiere das Anziehende, sondern die Entstehungsgeschichte der ganzen Klasse, von der uns die Entwickelung des Einzelwesens eine wissenschaftlich begründete Vorstellung gibt. Doch hiervon weiter unten.

Wir wollen unsere Studien an die in der heutigen Welt verbreitetste Familie der Terebratuliden anknüpfen. An allen Arten der Familie fällt uns sofort die Ungleichheit der beiden Schalenhälften oder Klappen auf; die eine ist bauchig, größer als die andere und am Schnabel durchbohrt. Durch dieses Loch tritt ein kurzer, sehniger Stiel hervor, womit das Tier an unterseeische Gegenstände angeheftet ist. An den vom Tiere und den tierischen Resten überhaupt befreiten Schalen sieht man nun bei dem Versuch, die Klappen voneinander zu entfernen, daß sie in der Nähe des Schnabels durch ein Schloß miteinander verbunden sind, in der Art, daß ein paar Zähne der größeren Klappe in Gruben der kleineren Klappe aufgenommen sind. Sie können nicht, wie die Muschelschalen, auseinanderfallen, obschon sie das elastische Band jener, das Ligament, nicht besitzen. Aus der

Lage des Tieres und der Lagerung seiner Teile schließt man, daß die größere bauchige Schalenhälfte als **Bauchklappe**, die andere als **Deckel- oder Rückenklappe** zu bezeichnen ist. Von der Schloßgegend der letzteren ragt ein zierliches schleifenförmiges Kalkgerüst nach dem gegenüberliegenden freien oberen Rande hin, in dessen verschiedener Entwickelung und Gestalt man willkommene Anhaltspunkte für eine gründliche Systematik der Familien und ihrer Unterabteilungen gefunden hat. Auch an den gut erhaltenen Schalenresten der vorweltlichen Brachiopoden ist Form und Ausdehnung des Gerüstes wohl zu erkennen und aus diesen auf die Beschaffenheit der wichtigen Organe zu schließen, von der die Klasse ihren wissenschaftlichen Namen erhielt. Sowohl das Schließen wie das Öffnen der Klappen geschieht im Gegensatz zu den Muscheln durch Muskeln (a und c in der Figur auf S. 325), die von der Bauchschale entspringen und zum Teil nach hinten vom Schloß an den Schloßfortsatz (pr), zum Teil davor an der oberen Schale selbst ansetzen.

Das Kalkgerüst dient als Träger und Stütze zweier spiralig eingerollter, mit längeren Fransen (h) besetzter Lippenanhänge oder **Arme** (d). Diese nehmen den größten Teil des Gehäuses ein, indem sie vom Munde (v) ausgehen, unterhalb dessen sie durch eine ebenfalls gefranste häutige Brücke verbunden sind. Der gewundene Stiel und Schaft der Arme ist nur geringer Bewegungen fähig, auch die Fransen sind ziemlich steif, alle diese Teile aber von Kanälen durchzogen. Sie sind dadurch in hohem Grade geeignet, als Atmungswerkzeuge zu dienen. Es hat sich zwar gezeigt, daß sie ihrem Namen als Arme wenig Ehre machen, indem, abgesehen von Rhynchonella, von einem Hervorstrecken aus dem Gehäuse und Ergreifen der Nahrung keine Rede ist, indem sie aber (wiederum wie die meisten derartigen Atmungsorgane) mit Flimmerhärchen bedeckt sind, gleitet infolge der hierdurch erregten Wasserströmung die fein zerteilte Nahrung bis zur Mundöffnung. Der Darmkanal ist kurz und endigt blind (z). Diese Bauverhältnisse werden vielleicht noch deutlicher durch unsere obenstehende Abbildung der Rückenklappe einer Terebratulina veranschaulicht. Da ist der Mund mit o, das blinde Ende des Darmes mit x bezeichnet.



Rückenklappe von Terebratulina caput serpentis *L.*

Die bisher besprochenen, beim Öffnen der Klappen zunächst in die Augen fallenden Teile sind von zwei dünnen Mantelblättern umhüllt, die sich eng an die Klappen anschmiegen und diese durch Stoffe bilden, die von ihrer Oberfläche abgesondert sind. In gefäßartigen Ausweitungen dieser Blätter liegen auch die Fortpflanzungsorgane, die sehr einfach gebaut sind. Die Geschlechter sind getrennt und in einigen Fällen an der verschiedenen Form der Schale zu erkennen.

Als Ausführungsgänge für die Geschlechtszellen, zugleich wahrscheinlich als Nieren dient ein Paar häutiger Trichter, die inwendig flimmern, mit ihrem freien offenen Ende in die Leibeshöhle münden und Eier sowie Samen nach außen leiten. Wir erwähnen diese anatomischen Einzelheiten, weil aus der Vergleichung der zwei Trichter mit den sogenannten Segmentalorganen der Würmer ein Hauptbeweisgrund für die Verwandtschaft beider Gruppen hergeleitet worden ist.

Diese Verwandtschaft wird nun ganz wesentlich auch durch die Entwickelungsgeschichte der Armfüßer bekräftigt, weshalb wir, ehe wir das Vorkommen und Stilleben einiger Gattungen schildern, diese Verhältnisse näher beleuchten. Früher besaß man nur über den unten näher beschriebenen mittelmeerischen Brachiopoden, Thecidium mediterraneum *Risso*,

durch den Pariser Zoologen Lacaze-Duthiers einige nähere Kenntnis, aber nur bis zu einer Stufe, von wo aus die weitere Entwickelung nicht erschlossen werden konnte. Die Eier, die sich entwickeln sollen, geraten in eine von dem unteren Mantellappen gebildete Tasche. In diese senken sich auch die beiden zunächst liegenden Armfransen, die dicker werden und gegen ihre Enden zu ein paar Wülsten anschwellen, an die sich die Eier ansetzen, und mit



Entwickelungsstufen von Argiope. Stark vergrößert.

denen jeder Embryo vermittels eines kurzen Bandes geradezu verwächst. Der Embryo erhält nun, nachdem er sich zuerst wie eine Semmel gestaltet hat, das Ansehen eines kurzen plumpen Ringelwurmes. Ein oberer Fortsatz ist der vom Nacken ausgehende Stiel, durch den das kleine Wesen an die in die Brusttasche ragenden Armfransen befestigt ist. Der vorderste kleinere Abschnitt nimmt sich aus wie ein Kopf; er trägt vier Augenpunkte und eine Vertiefung, den künftigen Mund. Zwei dickere, mittlere Abschnitte sind von einem vierten, kleineren fortgesetzt, alle mit Flimmerzilien besetzt.

Morse und Kowalewsky haben gezeigt, wie die Verwandlung vor sich geht. Der hinterste Abschnitt wird zum Anheften benutzt, der Kopf und der kragenartige Ring senken sich

in einen Aufschlag hinein, der von dem folgenden Ringe gebildet wird. Dieser Aufschlag wächst mehr und mehr nach oben und bildet die so oft dem Hautmantel der Muscheln verglichenen beiden Lappen, von denen die Absonderung des Gehäuses ausgeht. Das junge Thecidium zieht sich in sich zurück und nimmt gleichsam Abschied vom bisherigen freien Leben, um von nun an in fremdartiger Gestalt sich einer einsiedlerischen Beschaulichkeit zu ergeben.

Verfolgen wir diese Verwandlung in ihren Hauptstufen an Kowalewskys Hand noch an einer anderen Gattung, Argiope. Wir sehen in Figur a (Abb., S. 327) die dreigeteilte Schwärmlarve. Der mit Flimmern besetzte Schirm entspricht dem Kopfe und dem Kragensegmente des Thecidium. Der mittlere, größte Körperabschnitt birgt zwei Muskeln, die sich später nach dem Stiel herabsenken. Die nach unten gerichtete kreisförmige Hautfalte mit den hervorstehenden Nadelbündeln trägt noch kein Zeichen ihrer späteren Umstülpung an sich, wie denn auch das Hinterende, einfach abgerundet, noch nicht seine künftige Verwandlung zum Stiele verrät. Unsere Larve ähnelt jetzt sehr der eines Borstenwurmes, nur tritt keine Fortentwickelung in der erwarteten Richtung, sondern eine Rückbildung ein, die wir in Figur b schon in vollem Gange finden. Hier ist die Festsetzung erfolgt, der Hautteil des Mittelringes hat sich umgeschlagen, um zu der den Mantel der Armfüßer bildenden Hülle zu werden. Der Kopfschirm ist im Schwinden.

In Figur c ist die Verwandlung in ein äußerlich auch nicht entfernt an einen Gliederwurm erinnerndes Wesen vollzogen. Das Hinterende geht in einen Stiel über, mittels dessen das Tier für immer befestigt ist, und die zweiklappige Schale gewährt dem sonst waffenlosen Körper Schutz vor Eindringlingen.

Wir dürfen nun, nachdem wir den Bau der Armfüßer kennengelernt, uns etwas näher mit ihrem Vorkommen jetzt und früher und ihren bescheidenen Lebensäußerungen bekanntmachen. Man teilt die Brachiopoden in zwei Ordnungen ein, je nachdem die Schalen ein Schloß besitzen oder nicht: 1) Testicardines und 2) Ecardines.

Erste Ordnung:

Testicardines.

Aus der Familie der Terebratulidae seien zunächst zwei Arten erwähnt: Liothyrina vitrea *Born* (Terebratula) und Terebratulina caputserpentis *L.* (Abb., S. 326). Die erste findet sich nicht selten im Atlantischen Ozean und im Mittelmeer, während die zweite im Nord-Atlantik zu Hause ist und z. B. in den Fjorden der norwegischen Küste leicht mit dem Schleppnetz erbeutet werden kann. Hören wir, was Barett über ihre Lebensweise sagt: „Diese Art zeigt sich öfter als irgendeine andere und streckt auch ihre Cirren weiter heraus; sie fand sich überall (an der norwegischen Küste) in geringer Anzahl, 30—150 Faden tief, oft an Oculinen, einer Koralle, befestigt. Die Cirren auf dem aufsteigenden Teile der Arme sind kürzer als auf deren absteigendem Teile; sie waren fast fortwährend in Bewegung, und oft bemerkte man, daß sie kleine Teilchen in den an ihrer Basis befindlichen Kanal leiteten. In ein Gefäß mit Seewasser gebracht, öffneten sie allmählich ihre Klappen. Stücke, die an fremden Gegenständen haftengeblieben waren, offenbarten eine merkwürdige Fähigkeit und Neigung, sich auf ihrem Stielmuskel zu bewegen. Abgelöste Stücke konnten hin und her bewegt werden, ohne daß hierdurch das Tier veranlaßt worden wäre, seine Klappen zu schließen. Wurden einzelne der hervorgestreckten Cirren berührt, so zogen sie

sich sogleich zurück, und das Gehäuse schnappte zu, öffnete sich jedoch bald darauf wieder. Sind die Arme zurückgezogen, so sind die Cirren nach einwärts gebogen; öffnet sich aber die Schale, so sieht man die Cirren sich aufbiegen und gerade werden; oft bemerkt man jedoch, daß das Tier vor dem Öffnen einige wenige Cirren hervorstreckt und hin und her bewegt, gleichsam um zu prüfen, ob keine Gefahr drohe. Nur bei einer Gelegenheit wurde eine Strömung bemerkt, die zwischen den beiden Reihen von Cirren sich hineinbewegte. Ich hatte versucht, das Dasein von Strömungen festzustellen, indem ich mit einem Pinsel kleine Mengen von Indigo in das Wasser, welches das Tier umgab, brachte; dreimal wurde es mit Gewalt hineingezogen, und man sah dabei Teilchen von Indigo durch den Kanal an der Basis der Cirren in der Richtung des Mundes dahingleiten." Wir brauchen kaum zu wiederholen, daß diese Strömungen durch das Schlagen der unsichtbaren Flimmerhärchen erregt werden, mit denen die Cirren besetzt sind.

Auch über eine andere Terebratel der nordischen Küste, Waldheimia cranium *Müll.*, berichtet Barett: „Sie fand sich mehrere Male zwischen den Vigton-Inseln und dem Nordkap in 25—150 Faden Tiefe, an Steinen, Balanen und anderem befestigt. Sie gehört zu den Terebratuliden mit langer Schleife, und die Mundanhänge sind an dieses kalkige Skelett so befestigt, daß sie unfähig sind, sich zu bewegen, es sei denn an ihren spiralig eingerollten Enden. Man hat vermutet, daß diese aneinandergefügten Spiralenden aufgerollt werden könnten, etwa wie der Rüssel eines Schmetterlinges, aber ich habe nie etwas dergleichen beobachtet. Diese Art ist lebhafter als Terebratulina caput serpentis, bewegt sich oft auf dem Haftmuskel und ist auch leichter alarmiert. Die Cirren treten nicht über den Rand des klaffenden Gehäuses hervor; wenn die Schale sich schließt, sind sie zurückgebogen." Auch Argiope decollata *Chemn.*, deren Entwickelung im vorhergehenden Abschnitt geschildert wurde, gehört hierher.

Der Familie der Terebrateln steht die der Thecidiidae sehr nahe mit der Gattung Thecidium *Defr.* Sie ist vor allem dadurch ausgezeichnet, daß das schleifenförmige, kalkige Armgerüst mit nach innen gerichteten Fortsätzen ausgestattet ist. Die Familie ist in der heutigen Welt nur sparsam vertreten, namentlich durch das im Mittelmeer lebende Thecidium mediterraneum *Risso*, das Lacaze-Duthiers in einer ausgezeichneten Monographie behandelt hat. Die Rückenklappe bildet für die weit größere Bauchklappe einen fast flachen Deckel, von dem die Armschleife sich nirgends frei abhebt. Sie bleibt vielmehr mit ihm durch ein Kalknetz verbunden. Wir bringen nun die Mitteilungen des genannten Forschers nach dem französischen Original.

„Die Schale des Thecidium befestigt sich auf unterseeischen Körpern. Ich fand sie in beträchtlicher Menge auf Gegenständen, welche die Netze der Korallenfischer auf der Strecke vom Golfe von Bona bis zum Kap Rosa vom Meeresgrunde heraufbrachten. Die Tiefe, in der es gefischt wurde, betrug zwischen 40 und 50 Faden. Da ich schon viel Material für die Kenntnis der Tierwelt der Korallengründe von Korsika gesammelt hatte und meine Beobachtungen auf die Küsten von Algier, dann auf Sardinien und die Balearen ausdehnen wollte, war ich überrascht durch die kleine Anzahl von Terebrateln im Gegensatze zur großen Menge des Thecidium. Ich fand mitunter auf einem zwei Faust großen Steine 20—30 Stück. Die Beobachtung der lebenden Tiere ist sehr leicht; ich erhielt sie anderthalb Monate hindurch am Leben und bloß dadurch, daß ich täglich das Wasser der Gefäße wechselte, worin sie waren. Unumgänglich nötig ist es jedoch, sie von den Körpern, worauf sie sich angesiedelt

haben, loszumachen, denn diese sind von allem möglichen Getier bewohnt: Schwämmen, Würmern, kleinen Krustern usw., die bald absterben und, indem sie das Wasser des Aquariums verderben, auch den Tod der Thecidien herbeiführen.

„In den ersten Tagen, nachdem sie gefischt waren, klafften die Thecidien in den großen Fässern, worein man die Steine gelegt hatte, sehr weit; nachdem sie aber isoliert und in die kleineren Gefäße getan waren, öffneten sie sich nicht so weit. Die kleine Rückenklappe erhebt sich bis zu einem rechten Winkel zur ersten, fällt aber bei der geringsten Bewegung, die man macht, blitzschnell wieder zu. — Ohne Zweifel sind die Thecidien für das Licht empfänglich. Eines Tages sah ich in einem großen Gefäße mehrere Thecidien mit offener Klappe. Ich näherte mich sehr vorsichtig und machte, indem ich mich, um genauer zu sehen, vorbeugte, mit meinem Kopfe Schatten; augenblicklich schlossen sich die, welche vom Schatten getroffen wurden. An einem geöffneten Thecidium unterscheidet man, eben wegen der großen Entfernung der Klappen voneinander, alle Teile, und man sieht die Fransen und Arme sehr genau. Die Innenfläche der Schale aber, auf welcher der Mantel liegt, ist so blendend weiß und der letztere so durchsichtig, daß man die Kalkschleifen und die Erhabenheiten der Klappen vollkommen klar unterscheidet, ohne den Mantel zu bemerken. Es überraschte mich dies so, daß ich mich fragen mußte, ob denn in der Tat noch ein weicher Überzug die Kalkteile, die ich beobachtete, bekleidete.

„Äußerlich ist die Schale selten weiß und glatt, sondern gewöhnlich überzogen mit darauf angesiedelten Pflanzen oder Tieren. Es versteht sich aber von selbst, daß die angewachsenen Schalen sich bezüglich der Entwickelung von Schmarotzern wie jede andere Unterlage verhalten. Aber nicht nur die Außenseite wird von solchen Wesen eingenommen; die Klappen werden vielmehr in allen Richtungen durchbohrt von schmarotzenden Algen, die mitunter dem Gehäuse ein grünliches Aussehen verleihen." Diese letzte Bemerkung von Lacaze-Duthiers ist insofern zu berichtigen, als nicht Algen, sondern vorzugsweise die sogenannten Bohrschwämme in die Klappen der Thecidien wie in die der Weichtiere eindringen.

Eine weitere Familie, die in geologisch noch älteren Schichten als die bis ins Devon reichenden Terebrateln wurzelt, in der Gegenwart aber nur durch vier Arten vertreten wird, ist die der Rhynchonellidae, so genannt von der wichtigsten Sippe, Rhynchonella *Fischer*. Sie eben ist es, die zu den ältesten und verbreitetsten Organismen gehört, da sie von den silurischen Zeiten an durch alle Formationen reicht. Die noch lebende Rhynchonella psittacea *Chemn.* zeigt am besten den charakteristischen schnabelförmigen Fortsatz der Bauchklappe. Die Öffnung für den Stiel befindet sich unterhalb dieses Schnabels. Die Klappen sind miteinander befestigt wie bei den Terebratuliden; das Armgerüst besteht aber nur aus zwei kurzen, schmalen, gekrümmten, schalenförmigen Plättchen, die an der Scheitelgegend der kleinen Klappe befestigt sind. Über Vorkommen und Lebensweise der genannten Art hat Barett auf seiner skandinavischen Reise einige Beobachtungen gesammelt. „Sie findet sich lebend nicht besonders häufig in den nördlichsten Gegenden, nämlich bei Tromsö in einer Tiefe von 70—150 Faden; Klappen ohne das Tier sind bei Hammerfest im Schlamme gesammelt worden. Diese Art schien mir sehr schwer zu beobachten, da das Tier, für alle Eindrücke besonders empfänglich, bei der geringsten Bewegung seine Klappe schließt. Die Arme erweitern ihre Spiralgänge genugsam, um die Fransen bis an den Rand der Schale gelangen zu lassen. Ich habe diese Art oft bei klaffenden Klappen beobachtet, nie aber habe ich gesehen, daß sich ihre Arme entrollt und aus der Schale hervorgestreckt hätten."

Zweite Ordnung:
Ecardines.

Die Brachiopoden, die wir bisher behandelt haben, gehören mit wenigen Ausnahmen dem tieferen Meeresgrunde an. Anders verhält es sich mit zwei anderen Familien, den Linguliden und Disciniden. Ihre Schalen sind von horniger Beschaffenheit und besitzen kein Schloß, haben also glatte Ränder, weshalb die ganze Ordnung die der Ecardines genannt wird. Die hierher gehörenden Formen bewohnen vorherrschend und in großer Individuenzahl die Uferzone und sind zugleich an die wärmeren Meere gebunden. So leben Lingula anatina *Brug.* und Lingula pyramidata *Morse*, typische Arten der ersten Familie, im Indischen Ozean bezüglich an der amerikanischen Küste, während Discina striata *Schum.* zur zweiten Familie zu rechnen ist und an der westafrikanischen Küste heimisch ist.


Lingula anatina *Brug.* Nach C. Vogt.

Die Schale der Lingula ist dünn, fast biegsam und von grünlicher Farbe. Die Klappen sind einander fast gleich und bieten im Inneren keine Fortsätze zur Stütze der dicken, fleischigen und spiraligen Arme dar. An Lingula pyramidata hat Morse interessante Beobachtungen gemacht. Ihr Stiel ist neunmal so lang wie der Körper, wächst nicht an, ist wurmartig beweglich und hat wie gewisse Würmer die Fähigkeit, Röhren aus Sand anzufertigen, in die sich die Tiere zurückziehen. Indem sie alsdann durch Übereinanderlegen der Borsten des Mantelrandes ein feines Sieb bilden, verhindern sie, daß mit dem Wasser Sandkörner in die Kiemen geraten. Die übereinander sich erstreckenden Röhren sehen aus wie die einer Terebella.

Morse ist der Meinung, daß wenigstens Lingula pyramidata ihr Leben nicht über ein Jahr bringt. Mehrere hundert im Juni und Juli gesammelte Stücke waren alle von gleicher Größe und ihre Schalen von gleichmäßig frischem Aussehen. Der Schluß, daß alle auch von gleichem Alter seien, lag nahe. Die während des Sommers gesammelten und gehaltenen Tiere starben Ende September unter ähnlichen Erscheinungen, wie sie auch nach den Untersuchungen von Williams den natürlichen Tod gewisser Ringelwürmer (Naïs, Arenicola) begleiten.

Über das geologische Vorkommen der Lingula-Arten sagt Sueß: „Diese Sippe tritt, wie diejenige der Discina, schon in den ältesten versteinerungsführenden Ablagerungen in nicht geringer Artenzahl auf. Seit jener Zeit hat sie sich durch alle Formationen hindurch bis auf den heutigen Tag erhalten, ohne in irgendeiner Zeitepoche ein auffallendes Maximum zu zeigen.“

Aus diesem Vorkommen und der Einfachheit der Schale der Lingula, die sich am besten mit knorpeligen Bildungen am Vorderende einiger Borstenwürmer vergleichen läßt, ließe sich vielleicht schließen, daß sie den wurmartigen Vorfahren noch am nächsten stände. Wir müssen aber dabei eine unberechenbare Zeit voraussetzen, während der die Umwandlung, von der uns die Entwickelung der heutigen Formen Zeugnis gibt, vor sich ging. Wir haben wohl gerade darin, daß diese Umwandlung schon in den entlegensten Urzeiten stattfand und erst

nach Erlangung einer kaum stärker zu denkenden Rückbildung stillstand, die Schlüssel zu suchen zu der seitherigen fast beispiellosen Beständigkeit der Klasse innerhalb ihrer Grenzen.

Wenn wir ferner die Familie der Craniidae mit in unsere Betrachtung hineinziehen, so geschieht es, weil ihre geologische und gegenwärtige Verbreitung dazu auffordert. Sie ist so abweichend, daß sie für sich allein eine Familie bildet. Ihre Schale ist nämlich an unterseeische Körper mit der Bauchklappe aufgewachsen. Die Rückenklappe ist deckelförmig, und beide werden nicht durch ein Schloß oder Einlenkungsfortsätze, sondern lediglich durch Muskeln aneinander gehalten. Auch stützen sich die fleischigen Spiralarme nur auf einen nasenförmigen Fortsatz im Mittelpunkte der Bauchklappe. Die bekannteste der vier lebenden Arten ist Crania anomala *Müll.* aus unseren nördlichen Meeren, die fast stets in Gesellschaft von Terebratulina caputserpentis (S. 328) gefunden wird, dieser jedoch weder in die Meere des borealen Nordamerikas noch in das Mittelmeer folgt.

*

Den Muschelsammlern und Museumszoologen galten die Schalen der meisten Brachiopoden noch vor verhältnismäßig kurzer Zeit als Seltenheiten ersten Ranges und wurden teuer von ihnen bezahlt. Man ging von der Ansicht aus, daß wenigstens die Terebrateln ganz besonders echte Tiefseetiere seien, denn man kannte sie nur aus Tiefen, in die man damals die äußerste Grenze der Möglichkeit tierischen Lebens verlegte.

Die neueren Tiefsee-Forschungen haben uns eines Besseren belehrt und uns gezeigt, daß die Terebrateln zwar in ihrem Vorkommen an bestimmte Gebiete gebunden sind, aber dort, wo sie einmal vorkommen, in bedeutenden Mengen vergesellschaftet aufzutreten pflegen, wie es auch in der Vorwelt, z. B. in den Meeren des Muschelkalkes, gewesen ist. Zweitens aber wissen wir durch die Challenger-Expedition, daß die Brachiopoden gerade keinen hervorragenden Bestandteil der Tiefseetierwelt ausmachen; und das ist sehr erklärlich, wenn wir den Bau der Armfüßer und die Verhältnisse der Tiefsee erwägen. Die Brachiopoden sind, wie wir sahen, festsitzende Tiere und bedürfen im allgemeinen eines felsigen Untergrundes, auf dem sie sich vor Anker legen können. Solcher Boden findet sich aber in bedeutenden Tiefen nur selten, meist ist er dort vielmehr mit weichem Schlick oder Ton bedeckt, hat folglich eine Beschaffenheit, die den Aufenthalt der Brachiopoden ausschließt.

Die Familie der Terebratuliden ist zwar nicht in den ältesten der sogenannten paläozoischen Schichten nachgewiesen, dagegen in denjenigen, die den Namen der devonischen führen. Man kann es nun für eine merkwürdige Apathie oder auch Zähigkeit halten, daß einige Sippen, wie Terebratula und Waldheimia, durch alle Formationen hindurch bis in die heutige Welt unverändert hineinreichen, nicht als die alleinigen Zeugen der Urwelt aus ihrer Klasse, sondern mit den Vertretern von noch vier Familien (Rhynchonella, Crania, Discina und Lingula). Während diese letzteren aber, je jünger die Formationen werden, um so mehr aussterben, und als „die einzigen Vertreter ihrer Familien in allen mittleren und jüngeren Zeiten vereinzelt dastehen wie entblätterte Wipfel“, hat in der Familie der Terebratuliden das Umgekehrte stattgefunden, ihr Baum hat Zweige getrieben bis in die jüngsten Perioden der Erde, und ihr Verbreitungsgebiet erstreckt sich über alle Meere.

Stachelhäuter (Echinodermata).

Bearbeitet von Dr. L. Rick † und Dr. G. Grimpe.

Etwas sonderbar Starres, Fremdartiges, fast Vorweltliches haftet den Stachelhäutern an, die die Meere von der Flachsee bis zu den größten Tiefen, vom Nördlichen bis zum Südlichen Eismeer bewohnen. In der Tat sind sie ein uralter Stamm, der seine Blütezeit längst hinter sich hat, und von dem große Gruppen nur oder fast nur fossil bekannt sind; bis in die ältesten Schichten der Erde, die Reste einst lebender Tiere führen, sind sie zurückzuverfolgen. Unter den heute noch lebenden Formen sind die fünfstrahligen Seesterne (Asteroidea) und die rundlichen Seeigel (Echinoidea) allbekannte Erscheinungen. Auch die Vertreter dreier weiterer Klassen: die an die Seesterne erinnernden Schlangensterne (Ophiuroidea) mit den fünf scharf abgesetzten, runden und beweglichen Armen, die plumpen, schwerfälligen Seegurken (Holothurioidea) und die Haarsterne oder Seelilien (Crinoidea) mit den sparrigen und doch so anmutigen und zierlich gefiederten Armen, sind nicht seltene Gäste unserer Seeaquarien. Alle zu den Echinodermen gehörigen Tiere sind schon in ihrer äußeren Gestalt gut gekennzeichnet; und von einigen durch Anpassung an besondere Lebensverhältnisse geprägten Formen abgesehen, wird niemand einen Stachelhäuter in einem anderen Tierkreis unterbringen wollen, selbst wenn er diese typischen Vertreter auch nur oberflächlich kennt.

So scharf abgegrenzt und geschlossen dieser Kreis aber auch dasteht, so gibt es doch nur wenige für alle Stachelhäuter gültige äußere Merkmale. Schon die Bezeichnung „Stachelhäuter“ ist nicht allgemein zutreffend. Zwar haben viele Seeigel und Seesterne eine richtige „Igelhaut“; anderen aber, vor allem sämtlichen Seegurken, fehlen die Stacheln. Dafür ist aber auch bei den äußerlich nackt erscheinenden Formen ein Kalkskelett in der Haut vorhanden: zahllose, zierliche Kalkkörperchen in der Wand des lederartigen Körpersacks der Holothurien, derbe, festgefügte Platten bei den Seelilien, Seeigeln, See- und Schlangensternen, deren Stachelkleid sich in der Entwickelung nachträglich über dem Kalkplattenskelett, das allen Echinodermen eigen ist, erhebt. — Bezeichnender sind die Symmetrieverhältnisse im Körperbau. Es handelt sich, wie bei den Cölenteraten, um radiäre Tiere, die sich durch strahlig von der mittleren Hauptachse geführte Schnitte in eine größere Anzahl gleicher Teile zerlegen lassen. Lamarck und Cuvier wollten deshalb Hohltiere und Stachelhäuter als Radiärtiere zusammenfassen, und erst Leuckart hat die weitgehenden anatomischen Unterschiede zwischen beiden Tierkreisen klargestellt und die Echinodermen scharf von den Cölenteraten getrennt. In der Regel beherrscht die Fünfzahl den Bauplan der Stachelhäuter. Fünf Arme hat der gemeine Seestern unserer Nordsee; in fünf

Felderreihen ziehen die „Saugfüßchen" bei den Seeigeln von einem Körperpol zum andern, in fünf Bahnen auch über den Leib der Seegurke; fünf gespaltene Arme entspringen aus dem Kelch der Seelilien. Die „Saugfüßchen" (Abb., S. 361) sind Teile des für die Echinodermen überaus charakteristischen Wassergefäß- oder Ambulakralsystems (S. 336). Sie dienen den gepanzerten, in der Regel wenig behenden Tieren zur Fortbewegung und sind hohle, sehr bewegliche Schläuche, die durch Poren aus der Körperwand hervorragen und am Ende meist eine kleine Saugscheibe tragen. Diese Füßchen (Ambulakralfüßchen) stehen mit einem Kanalsystem in Verbindung, das eine wässerige Flüssigkeit enthält. Durch die Wirkung einer kontraktilen Blase (Ampulle) — jedes Füßchen hat seine eigene — kann die Flüssigkeit in die Füßchen gepreßt werden. Sie schwellen dann an, strecken sich oft ganz bedeutend in die Länge und bewegen sich mit Hilfe ihrer Muskulatur lebhaft, wie nach Halt suchend, hin und her. Beim „Kriechen" werden sie nach vorwärts ausgestreckt; die Saugscheiben heften sich dann fest, die Schläuche werden verkürzt, und der schwere Körper muß folgen. Wie die Stacheln sind auch die Ambulakralfüßchen kein allgemeiner Besitz der Stachelhäuter; so fehlen sie z. B. vielen Seegurken. Auch die fünfstrahlige Symmetrie muß bei Berücksichtigung der fossilen Echinodermen aus der allgemeinen Charakteristik des Kreises fortbleiben.



Schaubild eines Stachelhäuters von fünfstrahligem Bau. (Seestern, Echinaster sentus *Say*).

Wohin gehören die Echinodermen im System, und wie sind sie zu kennzeichnen und von den anderen „niederen" Tieren zu unterscheiden? Die beste Auskunft hierüber gibt die Entwickelungsgeschichte und die vergleichende Anatomie. Aus dem befruchteten Ei entsteht nach einer gerade bei den Echinodermen fast schematisch verlaufenden Furchung eine Gastrulalarve. Es kommt, wie bei den bisher behandelten Leibeshöhlentieren (Coelomata), zur Anlage eines mittleren Keimblattes, des Mesoderms, meist durch Abfaltung vom Urdarm, und zur Ausbildung paariger Leibeshöhlensäcke. Aber der Urmund wird nicht mehr (wie bei den meisten Würmern, Gliederfüßern und Mollusken) nach vorn verlagert und zum definitiven Mund, sondern bleibt am hinteren Körperende, wird zum After oder tritt wenigstens in Lagebeziehung zu ihm, während die endgültige Mundöffnung sich hinter dem Vorderende neu bildet. Dies ist ein ganz grundlegender Unterschied gegenüber den angeführten Klassen, die als Protostomier den Deuterostomiern (Echinodermen, Enteropneusten, Chätognathen, Manteltiere, Amphioxus und Wirbeltiere) gegenüberstehen. Unter dieser Gesellschaft haben die Echinodermen mit den Schlundatmern (Enteropneusten), äußerlich wurm- oder moostierähnlichen Meeresbewohnern, außer dem zum After gewordenen Urmund das eine gemeinsam, daß sich bei ihnen ein besonderes Hohlraumsystem von der Leibeshöhle abzweigt, aus dem bei den Echinodermen das Ambulakralsystem, bei Balanoglossus die Bohreichel hervorgeht (s. S. 313). Ferner stimmen bei beiden Klassen die frei im Meerwasser schwebenden Larven in ihrem anatomischen Bau, wie durch den Besitz einer Wimperschnur, überein (Abb., S. 338). Diese Larve ist bilateral-symmetrisch bei den zeitlebens zweiseitig

gebauten Enteropneusten ebenso wie bei den später fünfstrahligen Echinodermen. Diese Tatsache begründet ohne weiteres die Behauptung: Die Echinodermen stammen von zweiseitig-symmetrischen Tieren ab! Die fünfstrahlige Radiärsymmetrie muß nachträglich (sekundär), wahrscheinlich als Folge einer festsitzenden Lebensweise, erworben sein; sie hat daher mit dem ursprünglich (primär) strahligen Bau der Cölenteraten nichts zu tun. Gestützt wird diese Annahme noch durch das Auftreten unpaar ausgebildeter Organe, die nicht in der Hauptachse, sondern in einem der fünf „Antimere" liegen, sich also der fünfzähligen Symmetrie nicht einfügen lassen. Wo die Fünfstrahligkeit bei ausgebildeten Stachelhäutern verwischt erscheint und sich eine zweistrahlige durchsetzt, wie bei den „irregulären" Seeigeln und den Seegurken, ist es eine Folge neuerdings veränderter Lebensweise.

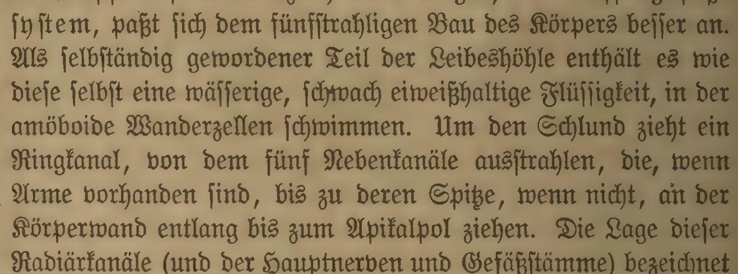
Innerhalb der einzelnen Klassen lassen nur die See- und Schlangensterne in ihrem Körperbau verwandtschaftliche Beziehungen erkennen. Alle übrigen zeigen recht tiefgreifende Unterschiede und sind stammesgeschichtlich nicht voneinander abzuleiten. Jedenfalls stellen sie alle uralte Zweige einer gemeinsamen Wurzel dar, die sich im Laufe großer Zeiträume weit voneinander entfernten.

Die Haut besteht wie bei den Wirbeltieren aus einer ektodermalen Epidermis und aus einer mesodermalen, dicken Lederhaut (Cutis). Häufig ist erstere bewimpert, fast immer führt sie Drüsen- und Sinneszellen. Die Kutis liefert das Skelett, das sich aber auch im Bindegewebe des übrigen Körpers entwickeln kann. Die Schale eines Seeigels entspricht daher den sogenannten Deckknochen des Wirbeltierskeletts, nicht aber einer Schneckenschale, die eine reine Epidermisbildung ist. Wie bei den Kalkschwämmen entwickeln sich die ersten Anfänge eines Skelettstücks (einer Platte oder eines Stachels) als winzige Körnchen kohlensauren Kalkes innerhalb einer Zelle. Wird das Skelettelement zu groß, dann tritt es aus ihr heraus. Oder die Kerne der Bildungszelle vermehren sich durch Teilung; in diesem „Syncytium" wächst ein Kalkkörper heran. Und wie sich bei den Kalkschwämmen drei Zellen zur Bildung eines Dreistrahlers zusammenlegen, so ordnen sich auch bei der ersten Anlage des Skeletts der Echinodermenlarve mesodermale Zellen in größerer Anzahl zu Dreiecken, zum Bau von Dreistrahlern, aus denen durch fortgesetzte Anlagerung von Kalk schließlich die Skelettelemente hervorgehen. Selbst die großen Kalkplatten der See- und Schlangensterne, Seeigel und -lilien entstehen, nach Woodland, auf ähnliche Weise. Der Kalk, aus dem die Stachelhäuter ihre Panzer aufbauen, stammt aus den im Meerwasser gelösten Spuren von kohlensaurem Kalk; der viel reichlicher vorhandene schwefelsaure Kalk (Gips) wird nicht angenommen, wie die Versuche von Herbst über die mineralischen Stoffe, die Seeigellarven zum Aufbau ihres Körpers brauchen, bewiesen haben. Auf dem platten Skelett der Haut erheben sich bei den Seeigeln, See- und Schlangensternen höchst verschieden geformte Stacheln, vom kleinsten Höcker bis zu Gebilden, die mehrfach größer sind als der Körperdurchmesser. Alle sind genau wie das übrige Skelett entstanden, wenn auch meist kräftiger verkalkt. Bei den Seeigeln sind sie auf kleinen Höckern eingelenkt und werden durch besondere Muskeln bewegt (Abb., S. 360).

Nur bei ihnen und bei den Seesternen treten auf der Haut die „Pedizellarien" (Abb., S. 336 und 360) auf, kleine, zwei- bis vierteilige Zangen, die auf verschieden langen, oft durch ein Kalkskelett gestützten, sehr beweglichen Stielchen sitzen. Sie reinigen den Körper, können auch mit Giftdrüsen in Verbindung stehen und wirken dann als Verteidigungswaffe; oder sie dienen zum Festhalten und Überwältigen von allerhand kleinem Getier, das zur Nahrung dient. In der Haut haben auch die Farbstoffe ihren Sitz, die das

oft schön bunte Kleid der Echinodermen liefern. Bei einigen Seeigeln sind auch ausdehnungsfähige Farbzellen vorhanden, die einen Farbwechsel hervorrufen können. Auch Leuchtdrüsenzellen, die namentlich nachts manche Schlangensterne, wenn sie gereizt werden, in prachtvollem Lichte erstrahlen lassen, finden sich gelegentlich in der Epidermis.

Von der fünfstrahligen Symmetrie in der Hauptsache unberührt bleibt der Darmkanal, der fast völlig aus dem Urdarm hervorgeht und nur selten in deutliche Abschnitte zerfällt. Bei den See- und Schlangensternen ist er nur ein kurzer Sack, während er bei den übrigen Stachelhäutern als mehrfach gewundener Schlauch die Leibeshöhle durchzieht. Das Auftreten von fünf zweilappigen Blinddärmen bei Seesternen macht der Fünfzahl eine Konzession. Mund- und Afteröffnung liegen bei den Krinoiden, die dauernd oder wenigstens in der Jugend gestielt sind, nebeneinander auf der Körperseite, die dem Stiel gegenüberliegt, bei allen anderen aber in der Regel an den zwei entgegengesetzten Körperpolen. Seeigel, Schlangen- und Seesterne kehren die ganze Mund- („Oral"-) Seite dem Boden zu, wenn sie kriechen, während der Afterpol, die „Apikal"-Seite, nach oben zeigt. Den Ophiuriden und einem Teil der Seesterne fehlt ein After. Seine Aufgabe wird dann vom Mund miterfüllt. Die Seegurken kriechen wie Würmer mit dem Mund voran und dem After am Hinterende.



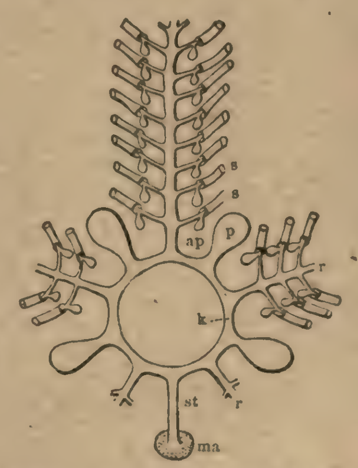


Zweiklappige Pedizellarie; links geschlossen, rechts geöffnet. Vergr. 20:1. (Zu S. 335.)

Ein für die Gruppe besonders bezeichnendes Organ, das Wassergefäßsystem, paßt sich dem fünfstrahligen Bau des Körpers besser an. Als selbständig gewordener Teil der Leibeshöhle enthält es wie diese selbst eine wässerige, schwach eiweißhaltige Flüssigkeit, in der amöboide Wanderzellen schwimmen. Um den Schlund zieht ein Ringkanal, von dem fünf Nebenkanäle ausstrahlen, die, wenn Arme vorhanden sind, bis zu deren Spitze, wenn nicht, an der Körperwand entlang bis zum Apikalpol ziehen. Die Lage dieser Radiärkanäle (und der Hauptnerven und Gefäßstämme) bezeichnet die fünf „Radien" im Körper des Stachelhäuters; radiär liegen die Arme, radiär treten die Ambulakralfüßchen aus. Mit den Radien wechseln die „Interradien", die dazwischenliegenden Körperstücke, ab. Die Ambulakralfüßchen dienen fast immer der Atmung und ermöglichen dem Stachelhäuter oft, sich mit ihrer Hilfe allein fortzubewegen. Wird das Füßchen ausgestreckt und kommt die an seinem Ende befindliche Saugscheibe mit einer festen Unterlage in Berührung, so zieht sich ein Längsmuskel, der innen an der Saugscheibenmitte ansetzt, zusammen. Es entsteht in dem Raum zwischen Unterlage und Saugscheibe eine Druckverminderung, die das Füßchen haften läßt. Wenn viele dieser Organe in der gleichen Weise arbeiten, können sie zum Kriechen, zum Festhalten und Heranschaffen der Beute an den Mund dienen. Bei den Schlangensternen scheiden die Füßchen klebrige Sekrete aus und wirken so als Haftorgane. Ganz allgemein sind sie auch als Tastorgane tätig und können als besondere „Ambulakraltentakel" mit einem Sinneszellenüberzug ausgestattet sein. Jeder Radiärkanal endigt außerdem in einem sensiblen „Endtentakel" (S in der Abb., S. 361). Sollen die Füßchen geschwellt werden, so wird Flüssigkeit aus dem zu jedem von ihnen gehörigen Druckbläschen eingepreßt und gleichzeitig der Rückweg zum Radiärkanal durch ein Klappenventil gesperrt (ap in Abb. S. 337). Am Ringkanal sitzen interradial eine Anzahl Erweiterungen (Polische Blasen), bei Seesternen ferner lymphdrüsenartige, traubige Anhänge (Tiedemannsche Körperchen). Interradial verläuft auch der „Steinkanal", — der Name rührt von Kalkplättchen in seiner Wand her. Er verbindet das

Ambulakralsystem mit der Außenwelt, aber nicht direkt, sondern er führt zuerst in den sogenannten Axialsinus, einen besonderen Teil der Leibeshöhle, der das den Steinkanal begleitende Axialorgan umschließt. Der Sinus mündet nach außen meist durch zahlreiche Poren, die eine siebförmige „Madreporenplatte" bilden; auch sie liegt stets interradial (Abb., S. 361, M). Bei den Seegurken fehlt sie; hier mündet der Steinkanal mit zahlreichen Öffnungen in einem Madreporenköpfchen in die Leibeshöhle. Das Axialorgan scheint die Wanderzellen zu bilden, die sich in der Leibeshöhlenflüssigkeit frei bewegen und die Aufgabe haben, stickstoffhaltige Endprodukte des Stoffwechsels (Exkrete) aufzunehmen. Diese werden entweder an verschiedenen Stellen des Körpers aufgespeichert, oder die Zellen wandern exkretbeladen an die Außenfläche, wo sie ausgestoßen werden.

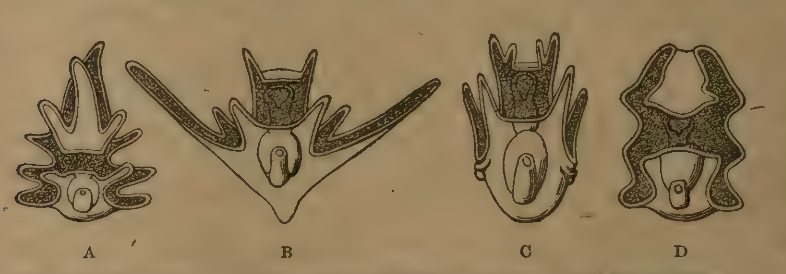
Atemorgan ist bei den Stachelhäutern mehr oder weniger die ganze Oberfläche. Die meisten sind sehr sauerstoffbedürftig und halten in schlecht durchlüfteten Aquarien nicht lange aus. Da die Hautatmung aber durch die reichliche Skelettbildung der Körperwände behindert wird, treten eine Reihe besonderer Atmungsorgane in verschiedenster Ausbildung bei den einzelnen Gruppen auf. Bei Seesternen sind es bläschenförmige Erhebungen der Haut, „Hautkiemen", bei den Schlangensternen mächtige, rechts und links am Ursprung jeden Arms nach innen eingestülpte, dünnwandige Taschen, in denen das Wasser durch Wimperschlag des Epithels, aber auch durch richtige Atembewegungen des Körpers erneuert wird. Manche Seeigel haben Kiemenbüschel um den Mund, und ein eigentümlicher Nebendarm soll, nach Perrier, gleichfalls im Dienst der Respiration stehen. Die Seegurken besitzen oft mächtige, baumförmig verzweigte Ausstülpungen des Enddarms, „Wasserlungen", die rhythmisch „Atem holen". Besonders zarthäutige Anhänge, wie die Ambulakralfüßchen und die feinen Tentakel der Krinoiden, spielen auch eine wichtige Rolle bei der Atmung. Der aufgenommene Sauerstoff wird durch die Flüssigkeit in den Körperhöhlen verteilt. In der Leibeshöhle wird sie durch den Schlag des Flimmerepithels ständig in Bewegung gehalten, ebenso im Wassergefäßsystem. Die Madreporenplatte spielt jedoch für den Austausch sauerstoffreichen und -armen Wassers anscheinend keine Rolle, da eine regelmäßige Strömung durch sie nicht stattfindet (Cuénot). Die geringste Bedeutung für die Atmung dürfte das dritte Hohlraumsystem, die Blutlakunen, haben. Seine wichtigsten Teile sind die radiären Blutgefäße, welche die Wassergefäße begleiten, ein Aderring um den Schlund sowie Gefäße um den Darm und im Axialorgan.



Schema des Ambulakralgefäßsystems eines Seesterns. Aus Hertwig, „Lehrbuch der Zoologie", Jena. ap Druckbläschen (Ampulle), k Ringkanal, ma Madreporenplatte, p Polische Blasen, r Radiärkanal, s Füßchen, st Steinkanal.

Aus einem Ring und fünf davon ausstrahlenden Stämmen baut sich auch das „orale" Nervensystem der Stachelhäuter auf. Die Hauptstrahlen laufen bei See- und Haarsternen auf der Mundseite der Arme in einer Furche, die sich bei den anderen Klassen zum Epineuralkanal schließt. Der Ring und die Stämme bestehen aus Nervenzellen und -fasern und sind, wie das Bauchmark der Gliedertiere, nervöse Zentren, durch die Reize von außen aufgenommen und zu Muskeln und Drüsen weitergeleitet werden. Der empfangene Reiz wird durch Aufrichten der Stacheln, Abscheiden von Schleim usw. beantwortet. Das orale

System ist gemischt, d. h. es enthält neben leitenden (sensorischen) auch motorische, zu den „Erfolgsorganen" führende Fasern. Das tiefer liegende „hyponeurale" Nervensystem ist hingegen fast rein motorisch. Es fehlt den hartschaligen Seeigeln und ist bei Holothurien nur in seinen peripheren Teilen ausgebildet. Ein drittes („apikales") Nervensystem kommt namentlich bei See- und Haarsternen vor. Eigentliche Sinnesorgane sind wenig hoch entwickelt trotz der starken Empfindlichkeit vieler Stachelhäuter. Sie sind auf zahlreiche Sinneszellen in der Epidermis und an den Saugfüßchen beschränkt; Ambulakral- und Endtentakel dienen Tast- und Geruchsempfindungen. Besondere Gleichgewichtsorgane sind von Seegurken und Seeigeln bekannt. Bei sehr vielen Stachelhäutern besteht ein ausgesprochener Lichtsinn; besondere Organe dafür werden in den sogenannten Augen (Abb., S. 374) am Ende der Seesternarme gesucht, doch haben sich diese durch das Experiment als ziemlich belanglos erwiesen; denn ein Seestern, dem die Armenden amputiert sind, antwortet trotzdem auf Belichtung oder Beschattung. Das ganze Verhalten gegenüber der Umwelt und ihren Reizen weist bei den Echinodermen auf eine sehr hohe Stufe der psychischen Leistungsfähigkeit hin. Sie vermögen sich auch „ungewohnten" Verhältnissen weitgehend anzupassen und lassen sich „Gewohnheiten" anerziehen. Davon unten im einzelnen.



Stachelhäuterlarven: A) Bipinnaria eines Seesterns, B) Pluteus eines Schlangensterns, C) Pluteus eines Seeigels, D) Auricularia einer Seegurke. Nach J. Müller aus Boas, „Lehrbuch der Zoologie", Jena.

Mit wenig Ausnahmen sind die Stachelhäuter getrennten Geschlechts. Die Geschlechtsorgane, ansehnliche, traubige Drüsen, liegen in den Interradien. Bei den Holothurien ist nur eine Drüse ausgebildet; bei den Krinoiden wuchern die Gonaden in die Arme, in deren Endästen Eier und Samen reifen. In der Regel werden die Geschlechtsprodukte einfach ins Meer entleert, wo die Besamung der Eier erfolgt. Bei einer Anzahl von Arten, darunter auffallend vielen antarktischen Formen, kommt es zur Brutpflege. Die Eier und Larven bleiben auf dem Körper der Mutter, die sie durch Stacheln beschützt; oder die Jungen wachsen in besonderen Bruttaschen heran, an denen man dann, eine Ausnahme bei Stachelhäutern, das Geschlecht der Tiere äußerlich erkennen kann. Das sich entwickelnde Ei macht eine komplizierte Verwandlung durch. Immer wird, wie erwähnt, eine bilateral-symmetrische Larve gebildet, die vom Wimperkleid der Gastrula nur noch eine Wimperschnur um das Mundfeld beibehält. Später entfernen sich die Larven der einzelnen Klassen in ihrem Aussehen sehr weit voneinander (s. die Abb.). Der Körper des fertigen Tieres entsteht nur aus einem Teil der Larve und sproßt asymmetrisch auf der linken Seite hervor. Wenn die Eier in Bruttaschen heranwachsen, wird die Metamorphose abgekürzt und vereinfacht. Außer der geschlechtlichen kommt ungeschlechtliche Vermehrung durch Teilung vor. Manche See- und Schlangensterne vermögen sich in der Mitte der Scheibe durchzuschnüren und das Fehlende an jedem Teilstück zu ergänzen: ein Beweis für die außerordentliche Fähigkeit der Echinodermen, verlorengegangene Teile zu ergänzen. Abgeschnittene Arme von Seelilien, Schlangen- und Seesternen wachsen schnell wieder nach; bei einigen Seesternen kann sogar aus einem einzigen Arm ein ganzes Tier samt Scheibe und

übrigen Armen neu hervorsprossen (Abb., S. 375). Hand in Hand mit dieser hohen Regenerationskraft geht die Neigung zur Selbstverstümmelung als Schutzmittel. Haar- und Schlangensterne überlassen dem Angreifer leicht den Arm, an dem sie gepackt werden. Manche Seegurken zerschnüren sich in Stücke; andere spucken zur Abwehr sämtliche Eingeweide aus.

Erster Unterkreis:

Gestielte Stachelhäuter (Pelmatozoa).

Von diesem in den Urzeiten des Lebens blühenden Stamm haben sich nur ein paar Vertreter aus einer Klasse bis in unsere Tage erhalten. Das reichentwickelte Kalkskelett und die Lebensweise am Meeresboden, die die günstigste Bedingung für Erhaltung von Fossilien bietet, bestimmen die Stachelhäuter förmlich dazu, nach dem Tode Versteinerungen zu liefern. Dem Gefüge des erhaltungsfähigen Skeletts prägen sich wichtige Kennzeichen für den Bauplan des Weichkörpers ein, so daß man auch über die innere Organisation nicht ganz im Dunkeln tappt, wenn man die ausgestorbenen Formen unter die, welche heute die Meere bevölkern, einzureihen versucht. Es waren kugelige, knospenförmige, auch flache Tiere, die alten Beutelstrahler (Cystoidea), Knospenstrahler (Blastoidea) und Edrioasteroiden, die in den Meeren des Kambriums auftreten und in der Steinkohlenzeit schon untergehen. Ihr Körper war mit mehr oder weniger regelmäßigen, polygonalen Kalkplatten gepanzert und saß auf einem langen oder kurzen Stiele, wohl auch stiellos mit der Aboralseite angeheftet, am Meeresgrund fest. Vom Mund, der nach oben getragen wurde, strahlen in der Regel fünf Furchen aus, „Ambulakralfurchen“, die bei den primitivsten, den Edrioasteroiden, einfach eine Strecke weit auf dem noch meist ganz unregelmäßig getäfelten Körper verlaufen. Bei anderen setzen sich die Endteile dieser Furchen auf kurze, unverzweigte Arme, „Finger“, fort, oder es entstehen zahlreiche Seitenäste der Ambulakralfurchen, die alle von solchen sehr feinen Fingern getragen werden. Der After liegt stets seitlich im Oralfelde, nie im aboralen Zentrum, wo ja der Stiel sproßt.

Einzige lebende Klasse:

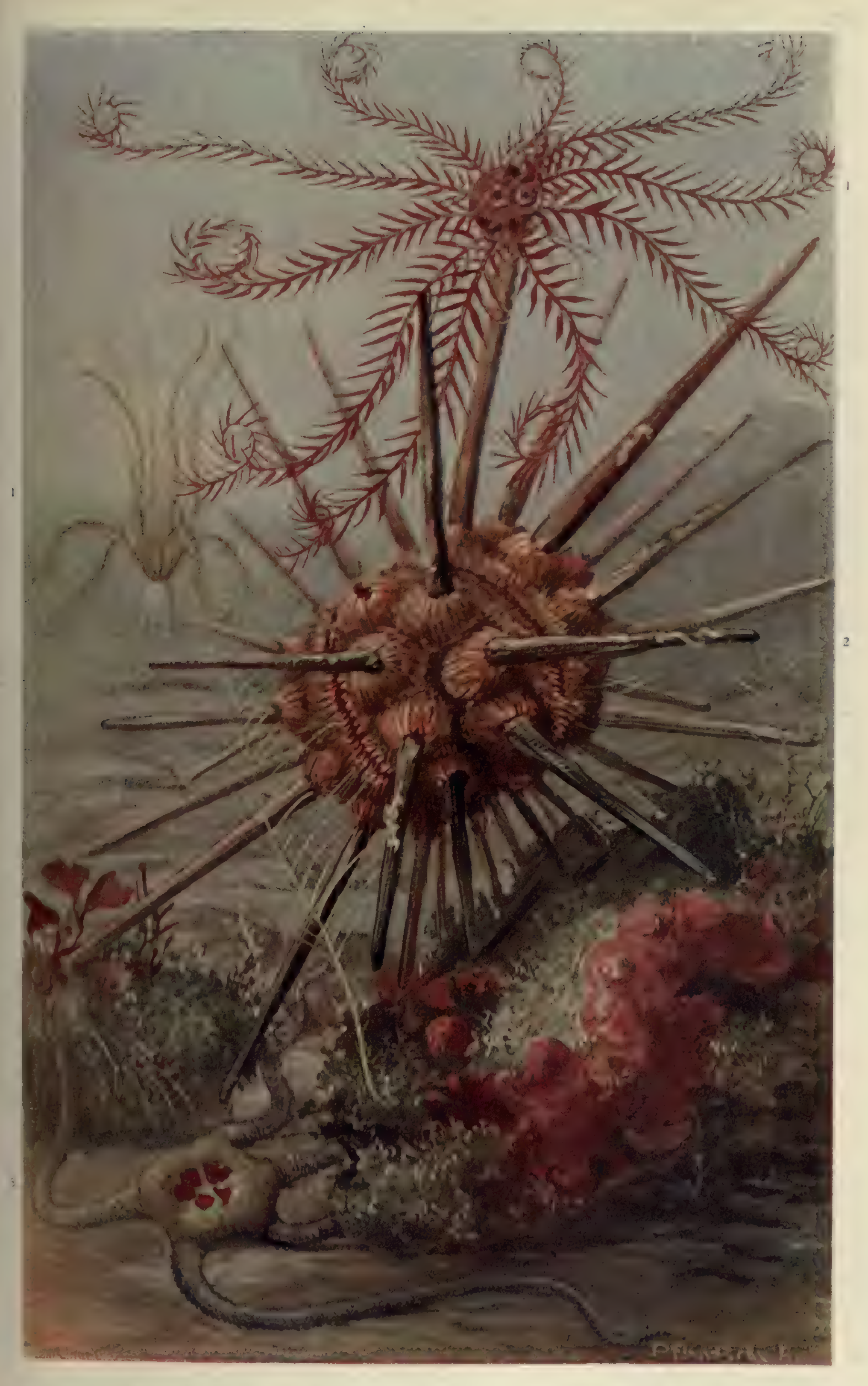
Haarsterne oder Seelilien (Crinoidea).

Auch bei den Haarsternen, einer uralten, schon aus dem Kambrium bekannten Stachelhäuterklasse, sitzt der kelchförmige Körper auf einem Stiel. Aber ein Teil der heute lebenden Arten, darunter die bekanntesten der Küsten Europas und Amerikas, haben sich frei gemacht und vermögen zu klettern und zu schwimmen; frei gemacht, nicht nur im Lauf der Stammesgeschichte, sondern auch während der individuellen Entwickelung: jede frei lebende Seelilie hat in der Jugend einen Stiel. Das Kelchende, an dem er haftet, entspricht der apikalen Seite, dem nach oben getragenen Teil der Seeigel und Seesterne. Der Mund ist im Gegensatz zu diesen bei den Krinoiden nach oben gerichtet und liegt meist in der Mitte der Kelchdecke. Hier öffnet sich auch in einem Interradius der After, oft auf der Höhe eines kleinen Schlotes. An der Grenze von Kelchdecke und Kelchwand entspringen lange Arme, fünf an Zahl, meist ein- oder mehrfach gegabelt, die sich nach innen einrollen können und rechts und links vom Grund bis zur Spitze feine Anhänge, Fiederchen (Pinnulae), tragen.

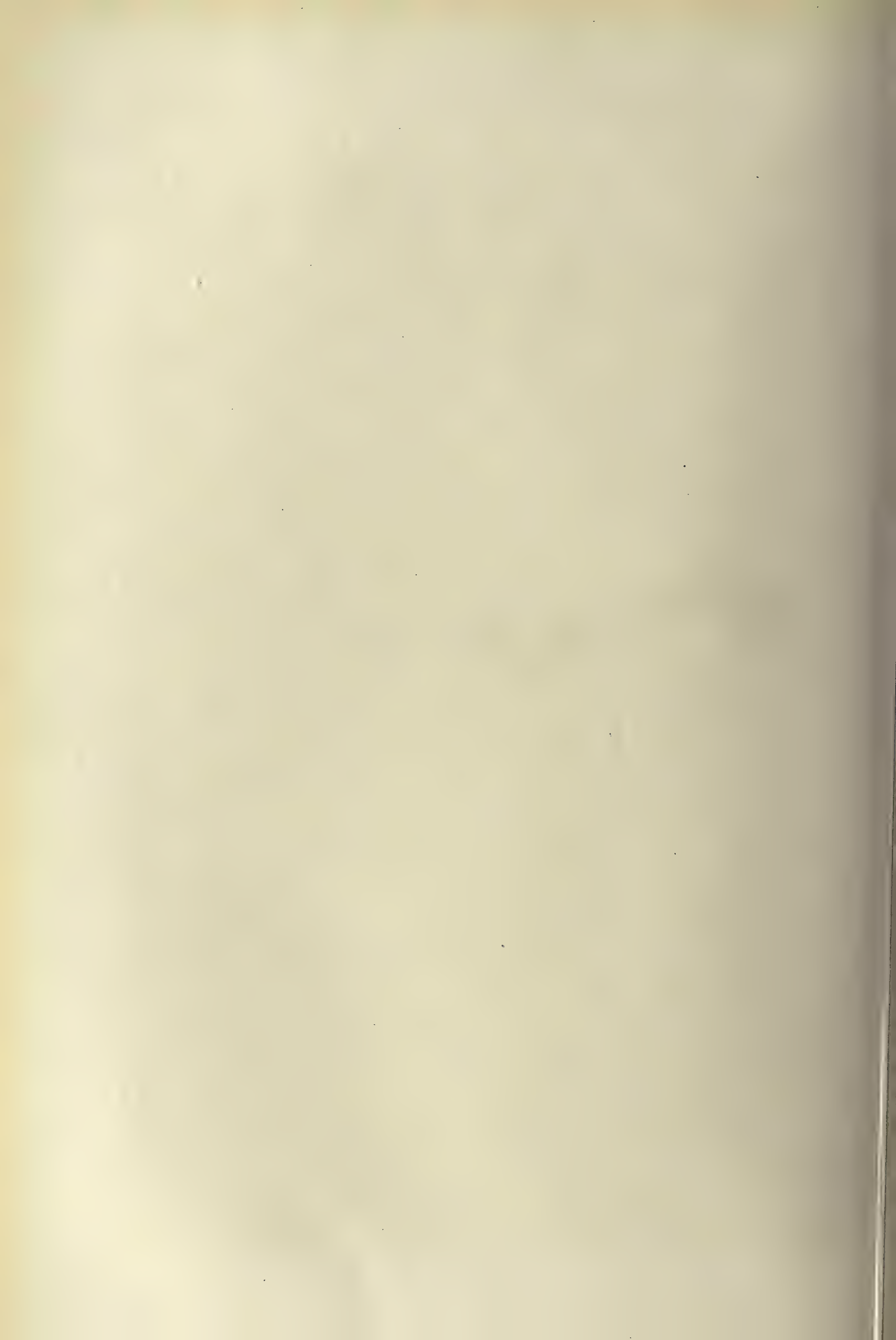
Wie bei jenen alten Formen strahlen vom Mund fünf Furchen aus, die sich, der Zahl der Arme entsprechend, noch auf der Kelchdecke gabeln und bis zu den Armspitzen und mit Seitenästen auch auf den Anhängen verlaufen. Diese Ambulakralspalten, deren Seiten mit zahlreichen Tentakelchen besetzt sind, sind Nahrungsfurchen. Ihr Epithel ist mit Wimpern versehen, deren Schlag alle Gegenstände, die auf das ausgespannte Netz der Arme geraten, zum Munde treibt. Von da gelangt die Nahrung in den rechts herum spiralig gewundenen Darm. Dem Furchensystem außen entsprechen innen die Verzweigungen des Wassergefäßsystems. Von den Radiärgefäßen in den Armen entspringen die ampullenlosen Gefäße der Tentakel, aber keine mit Saugscheiben versehene Füßchen. Steinkanäle gehen bei den Seelilien in großer Zahl, oft zu Hunderten, vom Ringgefäß ab. Sie münden in die Leibeshöhle, die sich wieder in zahllosen „Porenkanälen" durch die Kelchdecke und die Seitenflächen der Arme nach außen öffnet. In den Armen, deren Bewegung durch das stark entwickelte apikale Nervensystem geregelt wird, verlaufen die Geschlechtsstränge der immer getrennt geschlechtlichen Haarsterne. Eier und Samen reifen in den Pinnulae, vor allem in den dem Kelch zunächst gelegenen. Für den Samen bilden sich an den zur Reifezeit dick geschwollenen Fiederchen eigene Öffnungen; die Eier brechen einfach durch. Aus dem befruchteten Ei entwickelt sich zunächst eine tonnenförmige Larve mit Wimperschopf und mit fünf Wimperreihen (a in der Abb.). Nach kurzer Zeit setzt sich die Larve fest. Die Wimperorgane verlieren sich, es sondern sich Stiel und Köpfchen, gerade so, als wollte ein kleiner Polyp entstehen. Aber bald macht sich der fünfstrahlige Bau im Kelch geltend: die Arme sprossen hervor und nach etwa fünf Wochen (bei Antedon) wiegt sich eine winzige Seelilie auf ihrem Stiel, im ganzen noch keine 4 mm hoch (b in der Abb.). Es ist für Antedon, die sich später, nach etwa sechs Monaten, vom Stiele losmacht, das „Pentacrinus"-Stadium, das schon lange als Pentacrinus europaeus bekannt war, bevor man von seinem Verhältnis zur ungestielten Seelilie wußte. Der Stiel baut sich aus höheren oder niederen Kalkstücken auf, die wie Münzen in einer Geldrolle aneinandersitzen. Von manchen ausgestorbenen Arten sind diese rundlichen oder fünfeckigen Plättchen, „Trochiten", so massenhaft angehäuft, daß sie ganze Bänke bilden, wie z. B. im Trochitenkalk des oberen Muschelkalks von Mitteldeutschland; in Thüringen nennt sie der Volksmund Bonifazius-Pfennige. Durch den ganzen Stiel, dessen einzelne Glieder gelenkig und auch durch Muskelfasern beweglich miteinander verbunden sein können, zieht in der Mitte ein Kanal. Zur Pflanzenähnlichkeit einer gestielten Seelilie tragen die „Blattwirtel" bei, Seitenzweige („Cirren, Ranken") des Stiels, die wie dieser selbst gebaut sind. Ihre Wirbel werden als Knoten, die dazwischenliegenden Räume als Internodien bezeichnet (s. Abb., S. 344).



Entwickelung eines Haarsterns (Antedon). a) Freischwimmende Tönnchenlarve mit Wimperschnüren, b) festsitzende Larve (Pentacrinus-europaeus-Stadium). Nach Seeliger und Thomson aus Claus-Grobben, „Lehrbuch der Zoologie", Marburg.



Haarstern (1), Lanzenseeigel (2) und Schlangenstern (3).



Die beiden heute noch lebenden Haarsterngruppen entwickeln ihren Stiel ganz verschieden. Bei den zeitlebens festsitzenden Formen werden vom Kelch aus immer neue Stielglieder gebildet. Der Zuwachs dauert unbegrenzt fort, und es können Stiele von mehreren Metern Länge erzeugt werden; die ältesten Teile werden dauernd abgeworfen. Man wird unwillkürlich an das Wachsen der Bandwürmer erinnert, mit ihrer Neubildung der Glieder hinter dem Kopf und dem Verlust der reifen Glieder am Hinterende. Bei den später freien Krinoiden aber wird vom Larvenstiel das oberste Glied am Kelch zurückbehalten, wenn sich dieser ablöst. Gestielte und ungestielte Seelilien sind in neuester Zeit von dem Amerikaner A. H. Clark als zwei in jeder Hinsicht parallele Gruppen erkannt worden, die auch stammesgeschichtlich völlig gleichwertig sind, während man früher die dauernd festsitzenden als Vorfahren der anderen auffaßte. Die gestielten Seelilien leben ausschließlich in der Tiefsee. Infolge der dort herrschenden Lebensbedingungen sehen fast alle sehr einförmig aus und sind, wenigstens bis jetzt, nur in geringer Artenzahl bekannt. 1912 waren 57 gestielte gegen 352 ungestielte Arten beschrieben. Diese hatten als beweglichere Bewohner der Küstenregionen und geringerer Tiefen sehr viel mehr Möglichkeiten, die verschiedensten Lebensbezirke zu erobern, sich mannigfaltigen Lebensbedingungen anzupassen und in Arten aufzuspalten. Aber auch bei ihnen finden sich keinerlei sehr erhebliche Abweichungen vom Typus, und ohne nähere Untersuchung sind die Arten oft schwer zu unterscheiden. Das Entwickelungszentrum für unsere heutige Krinoidenfauna ist nach Clark der östliche Indische Ozean; heute noch sind von 28 bekannten Familien und Unterfamilien neun auf dieses Gebiet beschränkt, und alle übrigen, mit Ausnahme des westindischen Holopus (s. S. 347), kommen hauptsächlich dort vor. Soweit die Krinoidenverbreitung in Frage kommt, ist der Atlantische Ozean mit seinen Nebenmeeren nur ein „biologisches Nebenmeer" des Indischen; besonders anpassungsfähige, noch „plastische" Formen konnten hierher vordringen, während die Hauptmenge der starren, bereits fixierten Arten zurückgeblieben ist.

An die europäischen Küsten ist von den ungestielten Krinoiden nur die eine Familie der Antedoniden mit wenig Arten gekommen. Dafür kann man von ihnen bisweilen eine ganz ungeheure Individuenzahl beobachten. Wer einmal erlebt hat, wie die Fischer an den Gestaden des Mittelmeers ihre Schleppnetze aufholen, der kennt die zierliche Antedon mediterranea *Lam.* (Fig. 1 auf der beigehefteten Farbentafel). Da und dort in den Netzmaschen leuchtet etwas Verästeltes lebhaft hellgelb, kräftig orangefarben, blutrot oder auch schokoladebraun; es sind Haarsterne, die mit ihren Armen und Cirren in die Maschen des Netzes verwickelt und fast alle schlimm zugerichtet sind. Kein einziger hat noch seine zehn Arme, und kaum ein Arm ist vollständig. Hat man aber glücklich ein unverstümmeltes Stück gefunden, sorgfältig herausgelöst und abgespült, dann kann man es in einem Glas mit Seewasser in seiner ganzen Anmut bewundern. In den Mund inmitten der lederigen, nur durch isolierte Kalkstückchen geschützten „Scheibe" münden die fünf Nahrungsfurchen (s. S. 340); in einem Interradius liegt der Afterschornstein. Die zehn lebhaft bewegten, sich bald nach innen einrollenden, bald ausstreckenden Arme bilden einen zierlichen Kranz, und am aboralen Pol stehen bis zu 40 feine, sehr bewegliche, 8—20gliederige Cirren. Diese vermögen sich zwischen den Armen hindurch auf die Mundseite zu schlagen und dienen zum Anklammern an Algenstengel, Korallenbäumchen und Gesteinskanten (s. Tafel „Stachelhäuter I", 8, bei S. 355). Daneben sind die Cirren auch Bewegungsorgane; die Tiere können damit auf Meerespflanzen herumklettern, wobei allerdings die Arme mithelfen. Außerdem verfügen

die Seelilien, die beweglichsten Tiere in dem phlegmatischen Stachelhäuterkreis, noch über eine viel elegantere Methode, um vorwärts zu kommen. Werden sie fortgesetzt gereizt, dann lösen sie sich einfach ab und schwimmen, indem sie die Arme in graziösen Schlägen auf und nieder führen. Dabei senken sich immer fünf Arme, von jedem Armpaar einer, während die fünf anderen sich heben. Das Tier treibt so stoßweise vorwärts wie eine Meduse und vermag auch Wendungen auszuführen, indem es den Körper nach einer Seite hin neigt. Freilich ist der durch Schwimmen erzielte Antrieb zu schwach, um das Tier längere Zeit steigen zu lassen. Meist sinkt eine schwimmende Antedon bald; auch vermag sie selbst gegen die schwächste Strömung nicht anzukommen.

Bei einem ruhig sitzenden Haarstern kann man leicht noch eine eigentümliche Bewegung bemerken: das Afterrohr führt regelmäßige Stöße aus, durch die Meerwasser aufgenommen und wieder abgegeben wird. Wahrscheinlich spielt dieser Wasserstrom eine Rolle bei der Atmung. Wasser kann außerdem durch die erwähnten zahlreichen Poren, durch die sich die Leibeshöhle nach außen öffnet, aufgenommen werden.

Ein sehr drastisches Mittel, sich aus der „Klemme“ zu ziehen, ist das Abstoßen eines oder mehrerer Arme, die dem Angreifer verbleiben, während das verstümmelte Tier flieht. Auf diese Art sucht sich der Haarstern in allen schwierigen Lebenslagen zu helfen, in denen bloße Flucht nicht möglich ist oder auch nicht sofort hilft. So namentlich bei thermischen und chemischen Reizen: plötzliche Erhöhung der Wassertemperatur, Einbringen in stärker konzentriertes Seewasser, in Süßwasser oder in ein Konservierungsmittel. Das vorher außerordentlich bewegliche Geschöpf erstarrt förmlich und wird äußerst brüchig. Bei dem geringsten Anstoß zerbrechen die Arme an besonders dazu geeigneten und in großer Zahl vorhandenen Verbindungen der Kalkglieder. Auch aus dem freien Meer wird man kaum ein Exemplar erhalten können, bei dem alle zehn Arme ihren regelmäßigen Wuchs aufweisen. Fast immer sind einer oder mehrere in Regeneration. Minckert hat sogar Haarsterne mit nur einem ursprünglichen und neun auf der gleichen Stufe der Regeneration befindlichen Armen beobachtet; bei der großen Lebenszähigkeit der Tiere hält er es für durchaus möglich, daß Kelche, die durch einen unglücklichen Zufall sämtliche Arme — die wichtigsten Organe für die Zufuhr der Nahrung! — einbüßten, unter günstigen Lebensbedingungen durchkommen und sich wieder vervollständigen. Was Antedon im Experiment an Regenerationskraft leistet, ist für solch hochentwickeltes Tier ganz wunderbar. Nach Przibrams Versuchen ist sie imstande, einen ausgeschnittenen Radius (Armpaar und zugehöriges Kelchstück) zu ergänzen; aus einem halbierten Exemplar werden zwei vollständige; sogar die Scheibe des Kelches wird mit Mund und After glatt ersetzt; auch wenn außerdem noch der ganze Kelch ausgekratzt wird, hindert dies die Regeneration nicht. Unter den Lebensbedingungen des Aquariums erfolgt aber keine Ergänzung, wenn alle Arme abgeschnitten wurden. Bei Krinoiden mit mehr als zehn Armen ist die Selbstverstümmelung und nachfolgende Regeneration das normale Mittel, die Zahl der Arme zu vermehren. Ein einfacher Arm wird abgeworfen, und an seiner Stelle entwickelt sich ein verzweigter.

Mit der Ernährung sind die Antedon-Arten, wie alle Haarsterne, hauptsächlich auf den „Regen“ zu Boden sinkender kleiner Lebewesen oder ihrer toten Reste angewiesen, die sie mit den zahlreichen Pinnulae der ausgebreiteten Arme auffangen und zum Munde leiten. Die gleiche Methode des Nahrungserwerbs betreiben die festsitzenden Cölenteraten, die mit ausgebreiteten Tentakeln auf das warten, was in ihren Bereich kommt. Daß dafür der radiäre Körperbau der geeignetste sein muß, liegt auf der Hand; wir haben gesehen, daß ihn

die einen als ursprünglichen Besitz von der Gastrula her beibehielten und die anderen neu erwerben mußten, weil sie von bilateralen Tieren abstammen. Auf eine weitere Beziehung beider Kreise bezüglich des Nahrungsfanges hat Reichensperger aufmerksam gemacht. An den Ambulakraltentakeln der Haarsterne sitzen zahlreiche kleine, zylindrische Erhebungen, die Sinneszellen mit Sinneshaaren enthalten (Tentakelpapillen) und dazu in der Regel fünf Drüsenzellen, die einen fadigen Schleim bereiten. Ihre Aufgabe soll dieselbe sein wie die der mit Sinnesstift und Nesselkapsel versehenen Nesselzellen der Cölenteraten: werden die Sinneshaare berührt, so zieht sich die Papille zusammen und das Sekret wird ausgepreßt. Kleine Tiere werden betäubt oder getötet und durch die Nahrungsfurchen zum Mund geführt. Größeren Störenfrieden gegenüber sind diese Organe, wie der Nesselapparat, eine wirksame Waffe. Viele Feinde haben die Haarsterne aber nicht; dazu bieten sie bei ihrem hohen Kalkgehalt zu wenig Genießbares. Nur eigentümlich umgebildete, wurmähnliche Tiere aus der Familie der Myzostomiden (S. 293) schmarotzen regelmäßig auf ihnen; sie kriechen auf Antedon, wie auf allen Krinoiden, frei herum oder erzeugen hauptsächlich an den Armen sonderbare, gallenartige Anschwellungen (s. Abb. S. 293), die sogar schon bei fossilen Seelilien häufig sind. Gegen diesen anscheinend ziemlich harmlosen Parasiten scheint also das Sekret der Papillen nichts zu nützen.

Zur Fortpflanzung schreiten die verschiedenen Antedon-Arten der europäischen Meere im Frühjahr und Sommer. Antedon mediterranea *Lam.* entleert die Geschlechtsprodukte aus den reifen Pinnulae, die um diese Zeit dick geschwellt sind, bei Neapel bereits im März, an der Riviera erst im April; A. adriatica *Clark* bei Triest im Juni, die atlantische A. bifida *Penn.* an den Küsten Englands sogar erst Anfang Juli. Nach den Beobachtungen von Seeliger gibt das Ausstoßen des Spermas durch die männlichen Haarsterne für die Weibchen den Reiz, ihrerseits die Eier durch Platzen der Pinnulawand auf der dem Kelch abgekehrten Seite austreten zu lassen. Der Riß verheilt schnell wieder. Bei der Triester Antedon spielt sich der Vorgang regelmäßig um 7 Uhr morgens ab. Die Eier werden an der Austrittstelle durch den Schleim besonderer Drüsenzellen angeklebt, befruchtet und bleiben fünf Tage lang am Arm der Mutter hängen. Dann schlüpfen die schon fertig entwickelten Larven mit ihren fünf Wimperringen aus. Viel weiter geht die Brutpflege bei einer südlich der Falklandsinseln gefundenen Antedonide (Isometra *Clark*), die Andersson aus dem Material der Schwedischen Antarktischen Expedition beschrieben hat. Die Eier werden in den Fiederchen selbst befruchtet und entwickeln sich in einem Brutraum neben den Ovarien. Hier durchlaufen die Jungen ihre Embryonal-Entwickelung, brechen dann durch eine kleine Öffnung nach außen durch und befestigen sich sofort wieder an den Cirren der Mutter, auf denen sie das Pentacrinus-Stadium durchmachen.

Die europäischen Arten der Gattung Antedon im Sinne Clarks stehen einander in Aussehen und Lebensweise sehr nahe; ihre Verbreitungsgebiete aber scheinen ziemlich genau abgegrenzt zu sein. A. mediterranea *Lam.*, die bekannteste Form, erscheint an den Mittelmeerküsten Spaniens, Südfrankreichs und an der Westküste Italiens, A. adriatica *Clark* ist auf die Adria beschränkt, A. maroccana *Clark* kommt an der Südküste des Mittelmeeres von der Gibraltarstraße bis Tunis, sowie an der sizilischen und sardinischen Küste vor. Diese drei Arten leben in geringen Tiefen, immer gesellig und oft in ganz ungeheurer Zahl; mit einem Netzzug lassen sich leicht Hunderte erbeuten. Durchschnittlich tiefer haust an den Küsten des westlichen Mittelmeeres der Vertreter einer zweiten, sehr ähnlichen Gattung, die grüne Leptometra phalangium *Müll.* Unterscheiden läßt sie sich von Antedon am leichtesten durch

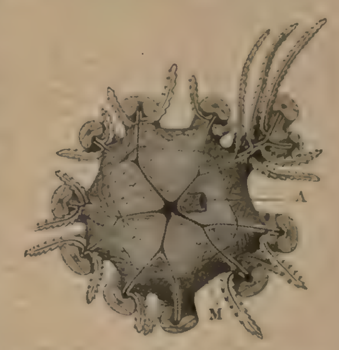
die geringere Zahl und die Anordnung der Cirren, die zudem 45gliederig sind. Unter den atlantischen Arten ist Antedon bifida *Penn.* den Mittelmeerarten sehr ähnlich, hat aber kürzere, gedrungenere Arme und Pinnulae; gelegentlich bildet sie mehr als zehn Arme aus. Sie lebt im ganzen Nordatlantischen Ozean bis zu den Azoren und an der Küste von Marokko; überall, wo sie auftritt, ist sie ungemein zahlreich. So fingen die Amerikaner auf einer ihrer Expeditionen an der Küste von Neu-England mit einem Fischzug über 10000 Stück. Sie liebt tieferes Wasser, ist aber auch an Küsten mit hohen Gezeiten zuweilen an ihrem natürlichen Standort zu beobachten. Lacaze-Duthiers schildert sie von Roskoff an der Küste der Bretagne: zur Zeit der tiefsten Ebbe reißt das Meer beim Zurückweichen in den Boden und in die Tangwiesen Rinnen. In ihnen siedelt sich Sargassogras an, an dem man junge und alte Haarsterne findet. Da die Stämme dieser Alge sehr ästig sind, verflechten sich ihre Zweige miteinander und bilden eine Art Strauchwerk, zwischen dem Antedon vorzugsweise lebt. Der Haarstern findet sich daran manchmal in solchen Mengen, daß er die Sargassum-Äste fast vollständig bedeckt.

Gestielte Seelilie, Metacrinus rotundus *Carp.* Etwa natürliche Größe. Nach Doflein, „Ostasienfahrt“. Leipzig und Berlin 1906.

Auffallend sind die Größenunterschiede bei Tieren aus verschiedener Tiefe. Während im flachen Wasser jeder Arm nur etwa 6 cm mißt, erreichen Exemplare aus größeren Tiefen bis zu 22 cm Durchmesser. Von Clark wird der Einfluß besserer Ernährung in gewissen Tiefen hierfür

verantwortlich gemacht; denn zu den als Nahrung dienenden Planktonlebewesen aus der Schicht, in der der Haarstern lebt, kommt noch all das, was aus höheren Wasserschichten herabsinkt. Dieses ausgiebigere Futter macht seinen Einfluß ganz allgemein bei den Krinoiden geltend: bis annähernd 200 m Tiefe, bis wohin pflanzliches Leben und damit ein wichtiger Teil des Planktons dringt, gibt es eine ständige Größenzunahme der Individuen wie der Arten; von da bis über 1000 m (die Zone, in der die Mehrzahl der großen, gleichförmig gestielten Krinoiden lebt) zeigt sich ein gewisser Stillstand, dann bis etwa 3600 m eine deutliche Größenabnahme und darunter nur noch Zwergformen. In die großen Tiefen kommt der Regen toter Organismen bereits zu stark zersetzt und zu wenig nahrhaft.

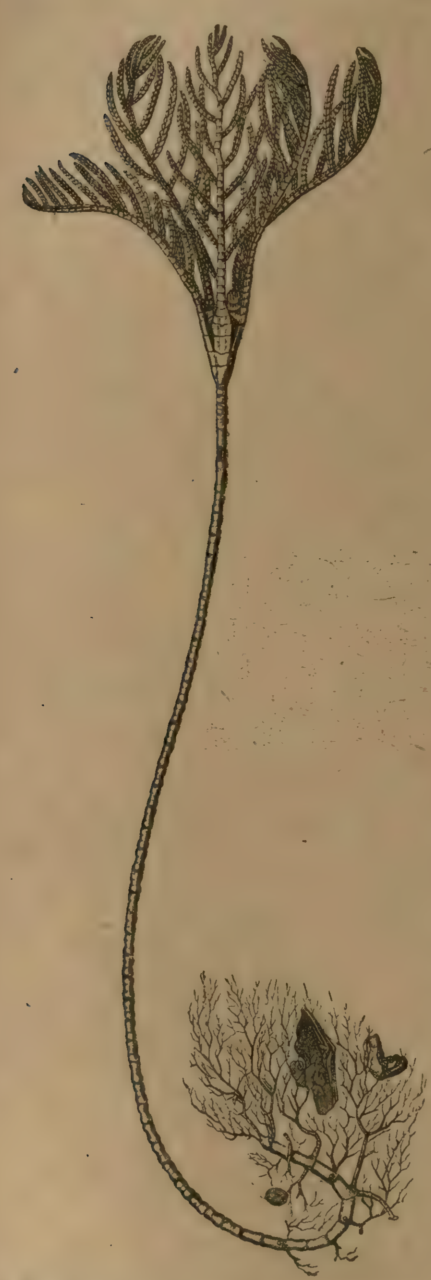
Ein treffendes Beispiel für diesen Einfluß der Ernährung bietet die große, in den arktischen Meeren gemeine Heliometra glacialis *Leach* (Antedon eschrichtii *Müll.*). An den nördlichen Küsten Europas ist sie verhältnismäßig klein, spannt aber schon an der Westküste Grönlands über 50 cm und im Ochotskischen und Japanischen Meer über 70 cm (var. maxima *Clark*). Die Küste Grönlands bietet für die Haarsterne glänzende Lebensbedingungen. Das von den Eisbergen und Gletschern abschmelzende Süßwasser mischt sich dauernd mit Seewasser; die Planktontiere aber, die durch Strömungen herangebracht werden und Schwankungen im Salzgehalt des Wassers nur in ganz geringen Grenzen vertragen, sterben massenhaft ab, fallen zu Boden und in die ausgebreiteten Arme der Krinoiden. Im nördlichen Stillen Ozean erreicht Heliometra gigantische Maße besonders dort, wo warme und kalte Meeresströmungen aneinandertreffen. Der jähe Temperaturwechsel hat für viele Planktonformen dieselben Folgen wie die plötzliche Änderung im Salzgehalt, und die Krinoiden gedeihen infolgedessen vortrefflich.



Kelch des Medusenhauptes, Cenocrinus asteria *L.*, von „oben", die Arme abgeschnitten. Natürliche Größe. Nach F. Müller. A After. (Zu S. 346.)

Von den großen gestielten Seelilien, mit ihren zahlreichen Cirrenwirteln am Stiele, sieht man in unseren Museen jetzt häufig Metacrinus *Carp.*, der in mehreren Arten im indopazifischen Gebiet auftritt, am meisten wohl Metacrinus rotundus *Carp.* (Abb., S. 344) aus der Sagami-Bai, wo er neben vielen anderen Tiefseetieren bereits in geringen Tiefen (schon in 150 m) vorkommt. „Ich hatte oft den Eindruck einer wieder erwachten Vorwelt", schreibt Doflein, „wenn meine Aquarien mit den schlanken ‚Seelilien' erfüllt waren, welche mit trägen, unbewußten Bewegungen ihre Kelche öffneten und ihre Cirren spielen ließen. Vergeblich suchte ich sie zu füttern; ich konnte sie auch nicht lange am Leben erhalten." Und an anderer Stelle: „Nicht weniger charakteristisch für die Stillwasserfauna als die Hexaktinelliden sind die Pentakriniden oder Seelilien... Ihre zerbrechlichen gefiederten Arme bilden eine Krone, welche trichterförmig geöffnet dem Nahrungsregen entgegensieht. Mit trägen Bewegungen wenden sie sich in ihrer liniengleichen Starrheit ein wenig nach den Seiten hin; kaum je sieht man sie eine plötzliche Bewegung ausführen. Nur die Cirren, welche den Stiel begleiten, setzen sich krampfhaft mit ihren hakenförmigen Enden an jeden Gegenstand, in dessen Nähe sie geraten. Ihr langer Stiel muß außerordentlich tief im Schlamm stecken, denn obwohl ich speziell von M. rotundus Stücke von ca. 1½ m Länge erhielt, sah ich nie bei einem das untere Ende des Stieles." Nach Döderlein ragt Metacrinus

höchstens einen Meter über den Grund; ein vielleicht noch mehrere Meter langes Stück des Stammes aber liegt auf dem Boden, und darauf siedelt sich allerhand Getier, Foraminiferen, Hydroidpolypen, Korallen, Röhrenwürmer, Entenmuscheln an, während der aufrechte Teil frei bleibt. Da die Seelilien gewöhnlich in ganzen Wäldern zusammenstehen, verkrallen sich die Ranken der liegenden Stiele ineinander und bilden ein unentwirrbares Geflecht. So werden vom Schleppnetz immer nur einzelne Kelche mit mehr oder weniger großen Stücken des Stammes abgerissen. Bei sehr jungen Exemplaren von Metacrinus vermutet Döderlein eine Haftscheibe am unteren Stielende, mit der sie auf allerhand Unterlagen, auch auf den Stielen älterer Exemplare angewachsen sind. Je länger der Stiel wird, desto größer wird der Teil, der am Boden liegt, und die Haftscheibe verliert jede Bedeutung.



Wurzelhaarstern, Rhizocrinus lofotensis *Sars*. 1½ natürlicher Größe. Nach Bather.

Sehr bekannt ist die Krinoide Cenocrinus asteria *L.* (Pentacrinus caput medusae *Lam.*), das Medusenhaupt (Abb., S. 345), lange Zeit eine erlesene Seltenheit der großen Sammlungen. Die Krone wird fast 10 cm hoch, der Kelch über dem kräftigen, fünfkantigen, mit langen Cirren besetzten Stiel selbst ist niedrig, die Arme sind schlank, vielfach gespalten und oft über 100 an Zahl. Das Medusenhaupt ist aus dem Karibischen Meer aus Tiefen von etwa 250—600 m bekannt. Aus tieferen Schichten stammt der ähnliche, etwa gleichgroße Endoxocrinus wyville-thomsoni *Jeffr.*, der auf der östlichen Seite des Atlantik, an den Küsten Portugals und Marokkos, aus Tiefen bis zu 2133 m gedredscht wurde; er ist prächtig grasgrün gefärbt.

Zur europäischen Fauna gehört auch der von M. Sars entdeckte Rhizocrinus lofotensis *Sars*, der es in der sehr großen Tiefe (bis 4842 m) nur zu geringer Körpergröße bringt. Die zierliche, fünfarmige Krone sitzt auf einem schlanken Stiel ohne Ranken. Erst ganz unten treten einige Cirren auf, die sich gegen das Stielende immer reicher verästeln und zusammen eine ausgebreitete Wurzel bilden, mit der die kleine Lilie verankert ist. Diese Form (s. Abb.) wohnt ausschließlich auf der östlichen Seite des nördlichen Atlantik, etwa vom Polarkreise bis südwestlich von Irland, nur in größeren Tiefen und in kaltem Wasser. Eine sehr nahestehende Art, Rh. verrilli *Clark*, lebt auf der amerikanischen Seite dieses Ozeans. Bei den ebenfalls nur in den tiefsten

Meeren vorkommenden Bathycrinus-Arten, neben Rhizocrinus dem einzigen Überbleibsel aus der großen Familie der Bourguetikriniden der Kreidezeit, vermag sich der Kelch vom Stiel abzulösen und selbständig zu machen wie bei Antedon.

Eine ganz abenteuerlich, geradezu versteinert aussehende Krinoidenform hat sich im Karibischen Meer erhalten können: Holopus rangi *Orb.* Es ist ein bis 4 cm hoher und 17 mm breiter, schwärzlichgrüner Kelch ohne Stiel, der mit einer unregelmäßigen, kalkigen Kruste auf Steinen aufsitzt und nur selten und in Tiefen von etwa 200 m gefunden wird. Die zehn kurzen dicken Arme sind unverzweigt; auch er ist der letzte Rest einer einst blühenden Familie.

Zweiter Unterkreis:

Ungestielte Stachelhäuter (Eleutherozoa).

Hierher zählt die weitaus überwiegende Mehrzahl der heute lebenden Stachelhäuter. Dabei sehen aber die Seeigel und -sterne auf dasselbe hohe geologische Alter zurück, wie die jetzt nur noch spärlich vertretenen Pelmatozoen. Im Körperbau sind die Eleutherozoen weit abgerückt von den gestielten Stachelhäutern. Wer nämlich glaubt, die fünf Arme eines Seesterns ohne weiteres den fünf einfachen oder Doppelarmen eines Haarsterns gleichsetzen zu dürfen, nimmt die Verhältnisse zu einfach. Die Arme der Seelilien und die „Finger“ ihrer fossilen Verwandten sind in der Hauptsache Fortsetzungen des Skeletts über den Körper hinaus, die das System der Nahrungsfurchen vergrößern; bei den Seesternen sind aber die Arme Ausbuchtungen des Körpers selbst. Außerdem ist der Körper der ungestielten Stachelhäuter völlig anders orientiert. Die Mundseite eines Seesterns ist dem Boden zugekehrt und heißt deshalb auch „Bauchseite“; auf ihr laufen vom Mund aus fünf Reihen Ambulakralfüßchen in Furchen bis an die Spitzen der Arme, wo die radiären Ambulakralgefäße in Endtentakeln auf Terminalplatten endigen. Der After öffnet sich oben, auf der apikalen (aboralen) Seite, dem Rücken, und in seiner Nähe liegt die Madreporenplatte. Bei den regelmäßig gebauten Seeigeln sieht es aus, als hätten sich die Arme eines Seesterns in den runden Körper hineingezogen. Die Ambulakralfüßchen laufen in fünf Doppelreihen vom Mund nach oben, und die ganze Rückenseite eines Seeigels scheint zusammengeschrumpft in ein kleines, After und Madreporenplatte tragendes Feld zwischen den Enden dieser Reihen. Bei den Seegurken ist die Hauptachse des Körpers, Mund — After, stark in die Länge gezogen, und das Geschöpf marschiert nicht mehr mit dem Mund nach unten, sondern kriecht wie ein Wurm mit dem Mund voran. — Der Grundplan des Eleutherozoenkörpers läßt sich in den verschiedensten äußeren Verkleidungen wiederfinden; eine stammesgeschichtliche Ableitung der einzelnen Klassen voneinander ist damit jedoch nicht gegeben. Die gegenseitige Verwandtschaft liegt, außer der zwischen Seesternen und Schlangensternen, noch im Dunkel, ebenso die Frage, wo vielleicht ein Anschluß an Nicht-Echinodermen zu suchen ist. Doch hat es Vertreter der Ansicht gegeben, die wurmartig aussehenden Seegurken seien auch wirklich von Würmern herzuleiten. Die allgemeine Auffassung ist aber heute, daß die Holothurien, auch wenn bei ihnen manche Züge des gemeinsamen Bauplans verwischt sind und sie deshalb eine Sonderstellung unter den Eleutherozoen verdienen, doch von typischen, fünfstrahligen Echinodermen abzuleiten sind. Merkmale, wie etwa eine zweistrahlige Symmetrie neben der fünfstrahligen, sind nachträglich infolge der wurmartigen Lebensweise erworben worden.

Erste Klasse:

Seegurken oder Seewalzen (Holothurioidea).

Die Seegurken, Grundbewohner der Küstenregionen wie der größten Tiefen, sind Echinodermen, die rein äußerlich am meisten vom Charakterbild des Kreises abweichen. Daß die Tiere fünfstrahlig gebaut sind, läßt sich bei vielen, auch bei genauester Betrachtung, äußerlich nicht erkennen und erst die Anatomie gibt darüber Auskunft. Was sie den Würmern ganz besonders ähnlich macht, ist ein richtiger Hautmuskelschlauch, der bei der Bewegung der grabenden Formen im ganzen etwa wie der Hautmuskelschlauch eines Regenwurmes arbeitet. Ein starres Kalkskelett fehlt, von wenigen Ausnahmen abgesehen; dagegen enthält die dicke, lederartige Haut zahlreiche isolierte Kalkkörperchen, aufs zierlichste gegitterte Rädchen, kleine Stühlchen und Anker. Die umfangreichste Skelettbildung ist ein Kalkring um den Schlund, der auch aus der Haut, aus einem in die Leibeshöhle eingestülpten Ringwulst, stammt. Er besteht aus zehn oder mehr biskuitförmigen Kalkstückchen, auf deren Treffpunkte gestützt die Fühler sitzen, und an denen sich fünf Längsmuskelbänder befestigen. Die Fühler, 10—30 an Zahl, sind gedrungene, schildförmige Anhänge, oft mit gelappten Endscheiben, einfache Finger, Fiederchen oder große, reich verästelte Bäumchen, wie bei der Cucumaria planci *Brdt.* unserer Tafel (bei S. 377); sie sind Anhänge des Wassergefäßsystems, wahrscheinlich dessen vorderste umgebildete Füßchen. Bei der einen Ordnung, den Paraktinopoden, sind sie sogar die einzigen äußeren Anhänge des Ambulakralsystems, das in dieser Gruppe überhaupt weitgehend rückgebildet ist. Wohl ausgebildet sind dagegen folgende Merkmale des Stachelhäuterbaues: ein Ringkanal um den Schlund, davon ausgehend fünf Radiärkanäle, die bei der gewöhnlichen Körperhaltung kriechender Holothurien von „vorn" nach „hinten" ziehen, und von denen Ambulakralfüßchen und -tentakel entspringen. Die Füßchen sind meist regelmäßig in fünf Reihen angeordnet, können aber auch unregelmäßig über den Körper verteilt sein. Sind fünf Reihen da, dann zeigt sich an ihnen häufig die beginnende Zweiseitigkeit. Auf der „Bauchseite", mit der das Tier kriecht, verlaufen drei Radien (Trivium, davon einer genau in der Mitte der Sohle); die zwei übrigen (Bivium) liegen seitlich am Rücken. Der Unterschied von Bauch und Rücken tritt noch stärker hervor, wenn an den Ambulakralfüßchen des Triviums Saugscheiben ausgebildet sind, während sich auf dem Bivium, wo Bewegungsorgane überflüssig sind, nur saugscheibenlose, zugespitzte Ambulakraltentakel finden.

Eigentümlich verhält sich der Steinkanal, der in der Mittelebene liegt. Er mündet bei den meisten nicht mehr nach außen, sondern öffnet sich in einem etwas aufgetriebenen Madreporenköpfchen in die Leibeshöhle. Bei manchen Gruppen ist mehr als einer vorhanden; bei einer südamerikanischen Holothurie gehen sogar 60—80 Steinkanäle vom Ringkanal aus. Immer hängt am Ringkanal auch eine große birnförmige (Polische) Blase, in die sich der Inhalt des Wassergefäßsystems zurückzieht, wenn die Fühler zusammengezogen werden, und die oft, namentlich wenn mehr als ein Steinkanal vorhanden ist, auch in der Mehrzahl auftritt. In den Wänden dieser Blase bilden sich die amöboiden Wanderzellen; das Axialorgan, das bei den übrigen Echinodermen diese Aufgabe erfüllt, fehlt den Seegurken.

Öffnet man eine Holothurie durch einen Längsschnitt, so sieht man die geräumige Leibeshöhle fast ganz durch den Darm und seine Anhänge ausgefüllt. Dieser beschreibt

nur eine einfache Windung und ist äußerlich wenig gegliedert; doch werden nach dem feineren Bau unterschieden: ein Schlunddarm, dahinter oft ein besonderer Drüsen- und Muskelmagen, dann der Mitteldarm, das längste Stück, und schließlich der Enddarm, der durch Muskeln mit der Körperwand verbunden ist. Von letzterem gehen meistens eigentümliche Organe aus, die Kiemenbäume der sogenannten Wasserlungen, zwei mächtige, reich verästelte Stämme mit gemeinsamer Wurzel oder von der Mündung an getrennt. In sie wird durch rhythmisches Zusammenziehen der Kloake frisches Wasser aufgenommen und nach mehreren Einströmungen in kräftigem Strahl wieder ausgeatmet. Der Sauerstoff diffundiert durch die Wände zarthäutiger Endbläschen der Wasserlungen in die Leibeshöhlenflüssigkeit, die alle Organe umspült. Daneben dienen die Wasserlungen auch der Ausscheidung von Abfallstoffen des Stoffwechsels im Körper. Mit Exkreten beladene Wanderzellen treten durch die Wandungen der Endbläschen und werden mit dem verbrauchten Wasser ausgestoßen. Eigentümliche Verteidigungswaffen, die aber vielen Arten fehlen, sollen die umgewandelten untersten Ästchen der Kiemenbäume sein. Diese sogenannten Cuvierschen Organe sind lange Schläuche, die die Holothurien durch Risse in der Kloake nach außen stoßen, wenn sie gereizt werden.

Im Nervensystem zeigt sich wieder der typische Bau: ein Ring um den Schlund, von dem fünf radiäre Längsnerven entspringen. An Sinnesorganen sind einfache Sinneszellen für Tast- und chemische Reize vorhanden. Lichtempfindlichkeit ist bei mehreren Arten festgestellt, bei einer Form (Synaptula hydriformis *Les.*) auch einfachste Lichtsinnesorgane. Bei einigen Tiefseeformen und den Paraktinopoden sind statische Organe vorhanden, die die Tiere über ihre Richtung zur Schwerkraft unterrichten und im Wesen wie bei anderen niederen Tieren gebaut sind; es sind Bläschen mit eingeschlossenen Gleichgewichtssteinchen, die je nach der Körperhaltung auf verschiedene Stellen der Wand drücken. Wo sie vorkommen, liegen sie paarweise am Ursprung der Radiärnerven.

Die zweistrahlige Symmetrie kommt im Gegensatz zum Nervensystem besonders deutlich bei den Geschlechtsorganen zum Ausdruck. Es ist dies immer nur ein einziges Büschel verästelter Schläuche, die nahe dem Vorderende in der Mitte des Rückens münden. In der Regel treten Männchen und Weibchen auf, die äußerlich nur gelegentlich an einer Genitalpapille beim Männchen oder an Brutpflegeeinrichtungen beim Weibchen zu unterscheiden sind. Bei einer ganzen Reihe von Arten ist aber Zwittrigkeit vorhanden: Eier und Samen entwickeln sich neben- oder nacheinander in dem gleichen Schlauch. Aus dem Ei entsteht eine für die Holothurie charakteristische freischwimmende Larve, die Auricularia (D in der Abb. auf S. 338). Ihre Wimperschnur bleibt entweder ein einfaches Band, das sich zwischen Mund und After um den Larvenkörper windet, oder zieht sich in kleine Öhrchen aus und ist mannigfach gefältelt und gekraust. Dadurch wird die Schwebfähigkeit bedeutend vergrößert, wie z. B. bei der von Chun beschriebenen, bis 6 mm langen Auricularia nudibranchiata. Eine ähnliche Larve, die Oshima bei Japan gefunden hat, wird sogar 1½ cm lang. Auch kommt es vor, daß aus der Auricularia später eine tonnenförmige Larve hervorgeht, die wegen ihrer fünf durch Zerfall der Wimperschnur entstandenen Reifen der Larve des Haarsterns ähnlich ist.

Seit Ludwig teilt man die Seegurken in die beiden Ordnungen der Paractinopoda und Actinopoda ein. Die weitaus meisten Holothurien rechnet man zu der letzteren Gruppe, die sich aus acht artenreichen Familien zusammensetzt, während den Paraktinopoden nur die einzige Familie der Klettenwalzen (Synaptidae) angehört.

Erste Ordnung:

Paractinopoda.

Bei den Angehörigen der Ordnung Paractinopoda sind die Füßchen rückgebildet und nur in der Form von Fühlern vorhanden. Es sind wurmartige Tiere, meist Zwitter, die in allen Meeren bis zu Tiefen von 4000 m heimisch sind. Die große Mehrzahl hält sich in der Nähe der Küste auf. Eine Art von den Philippinen geht ins Brackwasser, und andere tropische Formen leben in dem schwachsalzigen Wasser der Mangrovesümpfe. Manche wühlen und graben im Sand oder Schlamm; andere stecken wenigstens tagsüber unter Steinen; dagegen finden sich einige tropische Arten frei auf Korallen. Diese allein sind durch eine lebhafte Schutzfärbung ausgezeichnet, wie alle Tiere, die in den bunten Korallgärten leben; die grabenden Formen sind bleich, gelblich, rotbraun, mitunter auch ganz farblos. Zu den Korallenformen gehört die größte überhaupt bekannte Holothurie: Synapta maculata *Cham. et Eys.*, die bei höchstens 5 cm Durchmesser bis 2 m lang werden soll. Sie hat ein dunkles, grünes oder bläulichgraues Kleid mit hellen und dunkleren Flecken, die oft in fünf Längsstreifen angeordnet sein können, und ist für eine Holothurie sehr lebhaft, eine veritable „Seeschlange“. Andere Arten dagegen erreichen nur wenige Millimeter Länge, so z. B. die kleinste Seegurke, Leptosynapta minuta *Bech.*, die höchstens ½ cm lang wird und in der Nordsee lebt.



Klettenholothurie, Leptosynapta inhaerens *Müll.* ⅔ natürlicher Größe.

Eine der ansehnlichsten und bestbekannten Synaptiden ist die Klettenholothurie, Leptosynapta inhaerens *Müll.*, die bei einer Länge von 10—30 cm höchstens 3 cm breit wird und außer in der Nordsee auch an den westeuropäischen und nordamerikanischen Küsten vorkommt. Sie ist weiß oder gelblich, oft auch rötlich und bis auf die fünf Längsmuskelbänder des ungemein zarten Hautmuskelschlauches durchscheinend. Nur die Spannung der Muskulatur gibt dem Körper eine bestimmte Form, angeschnitten schrumpft die Holothurie zu einem schlaffen Hautfetzen zusammen. Im Aquarium gräbt sie sich mit Hilfe der Fühler rasch in den Boden ein, und bald ragen höchstens noch die Kronen der zwölf einfach gefiederten Tentakel über den Sand. Eine auf den Grund gelegte Synapta schlägt die Tentakel zusammen, streckt sie gegen den Boden und wirft sie dann nach außen. Die kleine dadurch geschaffene Vertiefung wird durch weiteres Graben ständig vergrößert, bis sich der Körper mit einem Ruck nachschieben kann. Das Vorderende verdickt sich dabei und erweitert das Loch mehr und mehr. Diese Tätigkeit dauert an, bis nichts mehr von dem Tier zu sehen ist. Indes geht dies Bohren nach Buddenbrock nicht sehr schnell. So braucht die mediterrane Labidoplax digitata *Mont.* für eine Strecke von 18 cm mindestens eine Stunde. Steckt das Tier völlig im Sande, hört es mit dem Bohren auf. Das Eingraben ist offenbar eine Fluchtbewegung. Sand wird dabei

nicht in den Mund gebracht, wie dies bei anderen Holothurien zur Aufnahme tierischer und pflanzlicher Nahrung geschieht. Darum ist man sehr erstaunt, den dünnen Darm dieses zarten Tieres dennoch oft völlig mit Sand erfüllt zu finden. Dieses ganze Material mit den daran haftenden Nahrungsteilchen wird nur mit Hilfe der Fühler aufgenommen, wenn die Synapta in „Seerosenstellung" im Boden sitzt; die Fühler werden durch den Druck, unter dem die in der Polischen Blase und im Wassergefäßring zirkulierende Flüssigkeit steht, ausgebreitet. Klebrig sind sie nur beim Beutefang; beim Graben bleiben sie völlig rein von Sand- und Schlammpartikelchen. Dagegen scheint die Körperhaut im Sand Schleim abzusondern, denn die Röhren, in denen das Tier sitzt, stürzen nicht ein, wenn es sie verläßt. Daher kann es sich in sie bei der geringsten Störung sofort wieder zurückziehen. Im Futter scheinen die Klettenholothurien wählerisch; Stellen mit modrigem Grund meiden sie durchaus.

Die gewöhnlich sehr trägen Synapten kriechen „wurmartig". Durch Ausdehnen der Muskeln wird das Vorderende vorwärts getrieben, beim Zusammenziehen das Hinterende nachgezogen. Auch mit Hilfe der Tentakel können sich die Synaptiden fortbewegen, ja sogar an der senkrechten Glaswand eines Aquariums hochklettern. Die Tentakel haften nicht nur durch festes Anpressen wie Saugnäpfe, sondern auch durch das klebrige Sekret, mit dem sonst kleine Beutetiere festgehalten werden (Ludwig). Es gibt noch eine andere, sehr sonderbare Art, sich festzuhalten, die man beim Anfassen einer Klettenholothurie bemerkt. Die Tiere „kletten"; von dieser Eigenschaft rührt der deutsche Name her, und „Synapta" und „inhaerens" bedeutet auch die „Haftende". Leptosynapta inhaerens zeigt übrigens das Kletten weniger kräftig als Labidoplax digitata und andere ihrer Sippe. Es tritt immer ein, wenn die Tiere gereizt sich teilweise oder ganz zusammenziehen. Vorher können sie dicht aneinander oder an Steinen und Pflanzen vorbeischieben, ohne hängenzubleiben. Verursacht wird das Haften durch die Kalkkörperchen in der äußeren, lockeren Schicht der Kutis. Die Schäfte der ankerförmigen Kalkteilchen stehen immer zur Körperoberfläche geneigt und quer zur Körperlängsachse. Die Spitzen jedes Ankers sind mit Widerhäkchen versehen; in einer Art Gelenk sitzt seine Handhabe der sogenannten Ankerplatte auf. Wird nun das Tier gereizt und zieht es sich daraufhin zusammen, so wird die Haut gespannt und der Ankerschaft auf die Platte niedergedrückt; die nur von der obersten Hautschicht überzogenen Spitzen treten darauf hervor und haften an allem, was sie berühren. Haben sie sich einmal festgehakt, so werden sie ausgerissen, wenn das Tier sich durch eine Körperbewegung freimacht. Sie sind ihm von Vorteil, weil sie ähnlich wie die Borsten der Ringelwürmer ein Rückgleiten verhüten; nach Clark dienen die Häkchen in seltenen Fällen auch zum Kriechen an Seepflanzen. Die Ankerplatten sind bei manchen Arten schon mit bloßem Auge zu erkennen, bei L. inhaerens eben noch als winzige Pünktchen; bei großen Formen werden die Anker, nach Oestergren, bis 3 mm lang.

Die Klettenholothurien sind sehr empfindlich gegen Berührung und die verschiedensten chemischen Reize, besonders gegen verdorbenes, kohlensäurereiches Wasser, das die Atmung hindert. Das Tier reagiert sofort in einer für den Pfleger sehr fatalen Weise: es zerfällt in Stücke. Nimmt man eine Synapta in die Hand, so gräbt sich eine ringförmige Furche (Abb., S. 350) schnell tief in den Körper ein, und im Augenblick darauf ist das Tier auch schon durchgebrochen. Den Synapten ist diese eigenartige Form der Autotomie möglich infolge des Besitzes einer geschlossenen Ringmuskulatur, die sich sehr energisch zusammenziehen kann. Nach der Durchschnürung bleibt das prall geschwollene Hinterende noch eine Zeitlang lebendig, kann sich aber nicht mehr zerstückeln. Das Kopfstück vergräbt sich im Sande und ergänzt

sich wieder; es vermag aber bei weiterem „Ärgern“ noch ein- oder mehrmals Stücke abzuschnüren. Natürlich ist diese Art der Selbstverstümmelung ein Schutz gegen Feinde, besonders gegen Schnecken und, nach Semons Beobachtungen, auch gegen Seesterne.

Die schon erwähnte Labidoplax digitata *Mont.* ist seltener als L. inhaerens; sie kommt im Mittelmeer und an den europäischen Küsten des Atlantik meist im flachen Wasser vor, geht aber auch in mittlere Tiefen. In der Regel zeigt sie einen ausgesprochenen Färbungsunterschied zwischen der Ober- und Unterseite gegenüber der gleichmäßig bleichen Verwandten. Die Rückenseite, das Bivium, weist ein kräftiges, ziegelrotes Pigment in dichten Flecken auf, während die Unterseite gelb oder rötlichweiß gefärbt ist. Das ist, nach Semon, ein Anzeichen dafür, daß L. digitata den größten Teil ihres Lebens nicht im Boden vergraben zubringt, sondern auf dem Grund liegt oder herumkriecht. Das Kolorit der Rückenseite soll eine ausgesprochene Schutzfärbung sein, die das Tier dem Boden ähnlich macht. Unter den gewöhnlich nur 1,3 mm langen Ankern in der Haut hat Ludwig Riesenanker von 9 mm gefunden. L. digitata ist die Art, in der Johannes Müller bei Triest die parasitische Schnecke Entoconcha mirabilis entdeckte, die infolge ihres Schmarotzerdaseins schlauchförmig wie ein Wurm geworden ist (s. S. 463). Bei der Vermehrung werden die Eier einfach ins Wasser ausgestoßen und da befruchtet. Die Laichzeit währt im Mittelmeer von Oktober bis Mai; für L. inhaerens werden Oktober, März und Juni als Fortpflanzungszeit angegeben.

Eine amerikanische Klettenholothurie, Synaptula hydriformis *Les.* (Synapta vivipara *Ludw.*), treibt Brutpflege. Die Eier der zwittrigen Tiere gelangen wahrscheinlich durch einen Riß in der Eierstockswand in die Leibeshöhle, werden da durch Samen befruchtet, der nach Clarks Ansicht durch kleine Öffnungen in der Wandung des Enddarms dorthin gelangt; in den Enddarm werden sie mit dem Atemwasser aufgenommen. Da die Tiere gesellig, oft zu Hunderten, zusammen leben und die Fortpflanzungszeit sich von April bis Dezember hinzieht, dürfte in ihrer Umgebung immer reichlich Sperma vorhanden sein, das auf dem normalen Weg aus dem Ausführgang der Geschlechtsdrüse entleert wird. Die Jungen sind bei der Geburt etwa 5 mm groß, aber auch solche von 15—20 mm, die den alten Tieren schon völlig gleichen, sind innerhalb der Mutter gefunden worden. Die Höchstzahl, die Clark feststellte, waren 176 Junge in einem Tier. Sind nur wenig Junge im Mutterleibe, so haben alle ein Alter; meist sind aber zwei oder drei verschiedene Bruten nebeneinander vorhanden. Die „Geburt“ erfolgt fast immer durch Einreißen der Leibeswand in der Nähe des Afters. S. hydriformis lebt auf Seegras und Algenbüschen, auf denen sie mit Hilfe der Fühler und durch Anheften mit den Ankern herumklettert. Solche, die bei den Bermudas auf grünen Ulven leben, sind grün gefärbt, die Bewohner einer Rotalgengattung an der Küste Jamaikas aber rotbraun. Braune Flecke beiderseits an der Basis der Tentakel haben sich als einfachste Lichtsinnesorgane erwiesen. Die geringe Ausbildung des Wassergefäßsystems bei allen Synaptiden ist nichts Ursprüngliches, sondern eine Rückbildungserscheinung.

Zweite Ordnung:
Actinopoda.

Die Angehörigen der zweiten Ordnung der Holothurien, der Aktinopoden, besitzen wohlausgebildete radiäre Wassergefäße, von denen nicht nur Fühler, sondern meist auch Ambulakraltentakel und -füßchen ausgehen. Ihnen fehlt aber eine durchgehende Ringmuskulatur.

Zu den Aktinopoden gehört außer den bekanntesten Seewalzen auch eine große

Anzahl sonderbarer Formen, deren Kenntnis wir den großen Tiefsee-Expeditionen der letzten Jahrzehnte verdanken. Die Ausbildung zweiseitiger Symmetrie geht sehr weit, namentlich in der Familie der Elpidiiden. Bei Elpidia glacialis *Théel*, die im Nordatlantischen Ozean in größeren Tiefen, im Karischen Meer aber auch in Küstennähe vorkommt, sitzen an den beiden seitlichen Radien des Triviums jederseits nur vier Ambulakralfüßchen, genau paarweise, so daß sie fast aussehen wie die Stummelfußpaare mancher Ringelwürmer. An den Ambulakralgefäßen des Biviums, des gewölbten Rückens, stehen nur einige ziemlich große Papillen, wahrscheinlich Tast- und Atmungsorgane. Der Mund ist nach der ganz flachen Bauchseite zugekehrt und von zehn kurzen, dicken Tentakeln umstellt. Nahe verwandt ist die unten abgebildete Scotoplanes globosa *Théel*, die vom „Challenger" aus dem südlichen Indik und Pazifik und von der „Scotia" aus dem südlichen Atlantik aus großen Tiefen mitgebracht wurde. Sie ist ein grauweißer, bis 12 cm langer, ovaler Sack mit flachem Bauch und sechs oder sieben großen Ambulakralfüßchen ohne Saugscheiben jederseits. Von den drei Papillenpaaren auf dem Rücken steht ein sehr großes Paar vorn, ein kaum kürzeres auf der anderen Körperhälfte und dahinter noch ein Paar kleine Erhebungen (im Bild fehlend).



Scotoplanes globosa *Théel*. 2/5 natürl. Gr.

Ausgesprochene Tiefseebewohner sind auch die Psychropotiden, bei denen noch auf den drei Radien der Unterseite kleine Füßchen vorhanden sind. Mund und After sind bei der flachen Psychropotes longicauda *Théel* völlig auf die Bauchseite gerückt; der Mund ist von 18 kurzen, schildförmigen Tentakeln umgeben. Charakteristisch für diese Art ist der lange dicke Schwanz auf der Rückenseite, der aus zwei in gemeinsamer äußerer Haut vereinigten Papillen entstanden ist und wahrscheinlich ein Atemorgan darstellt. Auf dem Rücken sitzen noch vier oder fünf Paar niedrige Erhebungen. P. longicauda ist wie viele Tiefseetiere violett gefärbt und bewohnt den südlichen Atlantischen und Pazifischen Ozean bis ins antarktische Gebiet hinein.

Von den Psychropotiden können einige schwimmen. Diese Fähigkeit ist bei den nahestehenden Pelagothuriiden zur höchsten Vollkommenheit entwickelt. Sie sind Planktontiere geworden (z. B. Pelagothuria natatrix *Ludw.;* Abb., S. 354). Eine freischwebende Pelagothurie aus tieferem Wasser (P. ludwigi *Chun*) schildert uns Chun: „Schon im Atlantischen Ozean wurden wir auf die Jugendform dieser Holothurie aufmerksam, doch gelang es uns erst im Indischen Ozean, die geschlechtsreifen Tiere zu erbeuten. Ich kann versichern, daß es kaum eine zartere und dabei glanzvollere Erscheinung unter den pelagischen Tiefseetieren gibt, als diese auf den ersten Blick an eine Meduse oder an eine Seeanemone erinnernde Holothurie. Der weiche gallertige Körper, welcher der für die Echinodermen typischen Kalkkörper entbehrt, ist leichtrosa gefärbt, und nur das Hinterende zeigt einen dunkleren violetten Ton. Daß es sich um eine echte Tiefenform handelt, welche freilich auch der Oberfläche nahekommen kann, lehrt ihr Auftreten in einem Schließnetzfang aus 1000—800 m. Der auffälligste Charakter unserer Holothurie liegt in der Ausbildung einer mächtigen Schwimmscheibe, die von zwölf Tentakeln durchzogen wird. Der Darm war stets mit einer gelbbraunen Masse erfüllt, die sich bei mikroskopischer Untersuchung als

eine Ansammlung von Radiolarien (Phäodarien), von Globigerinen- und Diatomeenschalen erwies. Bei ruhigem Schweben wird der Mund stets nach oben gewendet. Die Schwimmscheibe wird bald horizontal ausgebreitet getragen, bald gegen den wurmförmigen Hinterkörper eingeschlagen." Ein Zugeständnis an das Leben in freiem Wasser, das eine möglichst starke Herabsetzung des spezifischen Gewichtes erfordert ist, daß den Pelagothurien jede Spur von Kalkskelett fehlt.

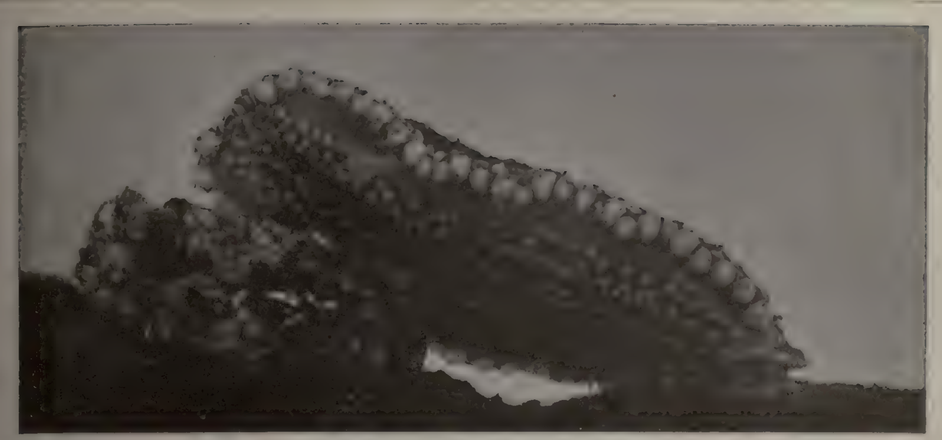
Sehr viel weniger anmutig und zart als diese Holothurien der Hoch- und Tiefsee muten die eigentlichen Seewalzen an den Küsten der wärmeren Meere an. Die Gattung Holothuria *L.* und ihre Verwandten ist in mehr als 100 Arten um die ganze Erde verbreitet. Im Mittelmeer gehören die Holothurien zu den gemeinsten Bodentieren in der Nähe der Küste, auf Schlamm-, Sand- und Steingrund. Bei jedem Schleppnetzzug kommen diese wenig appetitlich aussehenden, wurstförmigen, dunkelbraunen und warzigen Tiere, für die der Südländer sehr drastische, aber nicht salonfähige Namen hat, mit herauf. Im Aquarium strecken sie sich lang aus — die bekannteste Mittelmeerart, die Röhrenholothurie, Holothuria tubulosa *Gmel.*, wird bis 35 cm lang — und kriechen, eigentümlich gleitend, langsam herum. Den Mund am Vorderende umgeben 20 kurze und am breiten Ende verästelte Tentakel. Sie können nicht zurückgezogen werden, schrumpfen aber, wenn ihr Inhalt in die große Polische Blase zurückströmt, erheblich zusammen. Sie dienen dazu, in den Mund des Tieres Sand und Schlamm zu schaufeln, deren organische Bestandteile die Nahrung der Röhrenholothurien bilden. Dabei scheinen die Tiere die Fähigkeit zu haben, sich besonders inhaltreichen Schlamm zu wählen. Im schmutzigen, an Abfällen aller Art reichen Grund der Häfen finden sie sich in Scharen ein.



Schwimmholothurie, Pelagothuria natatrix *Ludw.*, von hinten. 4/5 natürlicher Größe. Aus Keller, „Leben des Meeres", Leipzig 1895. (Zu S. 353.)

Das Atembedürfnis der Holothuria-Arten ist sehr groß, und dementsprechend sind ihre Wasserlungen reich entwickelt. Unter normalen Verhältnissen atmet die Röhrenwalze ein- bis dreimal durch den After ein, ehe sie durch einen kräftigen Wasserstrahl ausatmet. Ist das Wasser sauerstoffarm geworden, fängt sie an, unruhig umherzukriechen. Schließlich erhebt sie das Kopfende zum Wasserspiegel und streckt die Fühler in die Luft. Kann sie der Atemnot so nicht abhelfen, hebt sie sogar das Hinterende über die Oberfläche, öffnet den After weit und nimmt Luft auf. Luftatmung, wie bei den höheren Wirbeltieren, ist diese „Notatmung" natürlich nicht; die Luft erneuert nur den Sauerstoff in dem Wasser, das bereits in den Kiemenbäumen enthalten ist. Besonders auffällig ist, daß hier ein niederes Tier eine Handlung ausführt, die bei dem gleichmäßigen Sauerstoffgehalt des Meerwassers keine Reaktion auf irgendwelche, im normalen Dasein vorhandene Lebensverhältnisse darstellen kann.

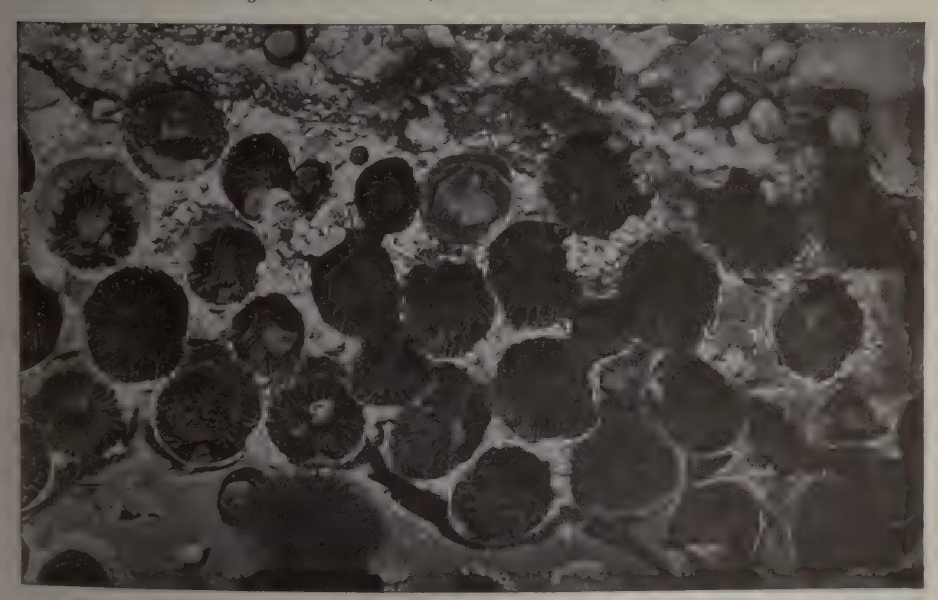
Nimmt man eine Röhrenholothurie aus dem Wasser, so zieht sie sich aufs äußerste zusammen und wird völlig steif, wobei aus dem After in großem Bogen ein feiner Wasserstra



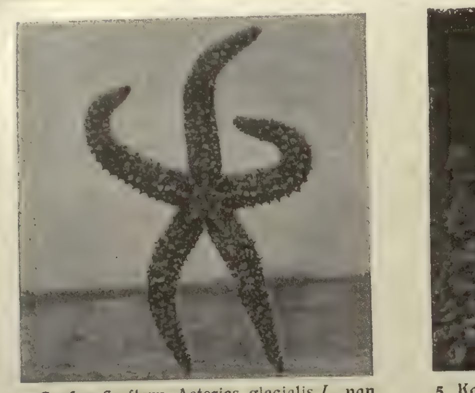
1. Stichopus regalis *Cuv.*, von der „Bauchseite". Etwa 1/3 nat. Gr. S. 355. S. Müllegger-Hamburg phot.



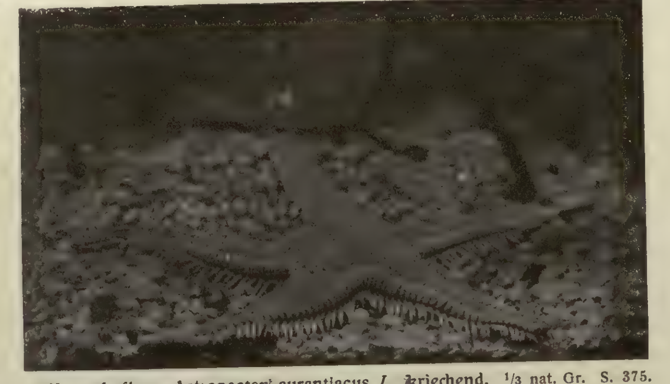
2. Holothuria forskali *Chiaje*, welche die Cuvierschen Organe (rechts), Darm und Wasserlunge (links) durch den After ausgeworfen hat. Etwa 1/3 nat. Gr. S. 355. S. Müllegger-Hamburg phot.



3. Steinseeigel, Paracentrotus lividus *Lam.*, in Steinhöhlen und teilweise „maskiert". Stark verkleinert. S. 366. Herring-London phot.



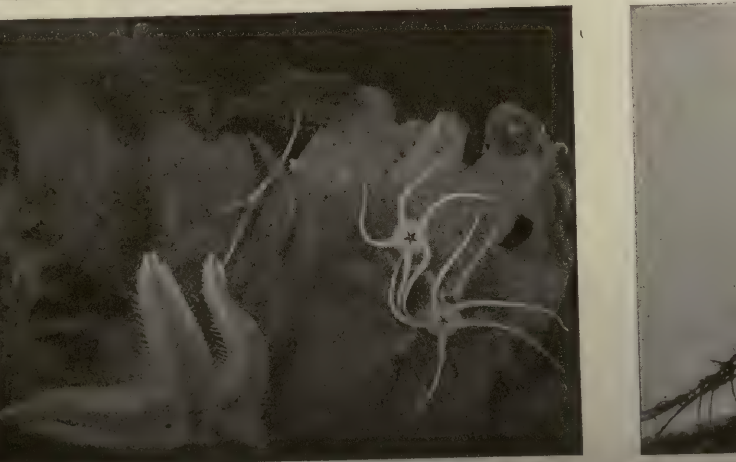
4. Großer Seestern, Asterias glacialis *L.*, von der Rückenseite. 1/4 nat. Gr. S. 377. Dr. Cerutti-Neapel phot. (Zoologische Station Neapel.)



5. Kammseestern, Astropecten aurantiacus *L.*, kriechend. 1/3 nat. Gr. S. 375. Dr. G. Grimpe-Leipzig phot.



6. Gemeiner Seestern, Asterias rubens *L.*, einen Fisch „verdauend". Etwa 1/2 nat. Gr. S. 378. P. Schmalz phot.



7. Aquarium mit Schlangensternen, Ophiura albida *Forb.*, rechts (S. 383), und Kammseestern, Astropecten irregularis *Penn.*, links (S. 376). Nat. Gr. Prof. W. Köhler phot. (Helgoland, Biologische Anstalt).

8. Haarstern, Antedon mediterranea *Lam.* Nat. Gr. S. 341. S. Müllegger-Hamburg phot.

spritzt. Hört der störende Reiz nicht auf, dann kommt das Stärkste, was sie in der Abwehr tut: sie preßt mit einemmal die Eingeweide aus dem After. Bei Holothuria ist es gewöhnlich der ganze Darm und die rechte Wasserlunge. Der Darm krempelt sich dabei nicht etwa um, sondern reißt am After und am Schlund ab und wird mit der hinteren Partie voran zur Kloake hinausgetrieben. Bei anderen Formen können auch noch die andere Wasserlunge, die Geschlechtsorgane, der Kalkring mit den Wassergefäßen und selbst die Fühler ausgeworfen werden. Diese ganz unglaubliche Art der Selbstverstümmelung schadet dem Tiere jedoch nichts. Holothuria scabra *Jäg.* regeneriert den ausgeworfenen Darm schon in neun Tagen. Bei manchen Arten geht indessen das Ausspeien der Eingeweide weniger weit. Die im Mittelmeer sehr häufige Holothuria forskali *Chiaje* stößt meist nur Teile ihrer Cuvierschen Organe aus (s. die beigeheftete Tafel „Stachelhäuter", 2). Diese Art, von deren fast schwarzer Oberseite sich weiße Papillen scharf abheben, baut röhrenförmige Nester im Sand, wozu der Schleim der Hautdrüsen den Kitt liefert.

Hübscher gefärbt ist die Königsholothurie, Stichopus regalis *Cuv.* (s. die beigeheftete Tafel „Stachelhäuter", 1). Das zarte Ockerbraun ihres gewölbten Rückens geht an den Seiten in Mattrosa über. Die Bauchseite ist hellrötlich oder bräunlich gefärbt und vom Rücken durch eine scharf ausgezackte Kante mit großen, weißen Flecken abgesetzt. Sehr eigentümlich ist bei dieser Art, die etwa 25 cm lang und 7½ cm breit wird, die Methode, mit der sie sich gegen unangenehme Reize wehrt; die Haut löst sich dann ziemlich rasch in einen formlosen, eklen Schleim auf. Stichopus regalis bewohnt die Küsten Südeuropas.

Die Königs- und die Röhrenholothurien beherbergen einen sehr sonderbaren Gast. Bringt man mehrere in ein Aquarium, so wird man häufig zur größten Überraschung plötzlich auch einen bandförmigen, leicht rötlichen Fisch darin entdecken. Wo er hergekommen ist, verrät er meist bald. Stößt er auf eine Seegurke, so sucht er mit dem Kopfende auf ihr herum, bis er den After gefunden hat. Da wartet er dann bis zur nächsten Atembewegung, klemmt rasch den Kopf in die weite Öffnung hinein und führt den Schwanz am Kopf vorbei in den After. Dann richtet er den Vorderkörper wieder auf und schiebt sich bei den folgenden Atembewegungen immer weiter rückwärts hinein. Kleine Exemplare des Fisches — es ist Fierasfer acus *Kaup*, der bis 19 cm lang wird — verschwinden schon bei einem Atemzug im Darm. Dieser lediglich Schutz suchende „Raumparasit" sitzt in den Kiemenbäumen. Es kommt vor, daß größere die zarte Wand dieser Organe durchbrechen und dann auch in der Leibeshöhle leben. Die Holothurien zeigen im Körperbau keinerlei Anpassung an diesen Gast, der nur in ihrer Gesellschaft gefunden wird. Wohl suchen sie ihn beim Einschlüpfen durch Zusammenpressen des Hinterendes zu vertreiben, doch es kommt nur selten vor, daß sie die Eingeweide auswerfen, wenn Fierasfer eindringt (s. auch Bd. 3, S. 368—371).

Stichopus- und Holothuria-Arten werden auch gegessen. In Europa betrachtet sie nur die arme Fischerbevölkerung Unteritaliens und Sardiniens als genießbare „Frutti di mare". Aber für Südostasien und die Inseln des Stillen Ozeans, neuerdings auch für das südliche Nordamerika, sind fast alle Seewalzenarten einer der wichtigsten Ausfuhrartikel nach China, wo sie als Trepang einen hochgeschätzten Leckerbissen darstellen. Koningsberger zählt 1904 allein 22 eßbare Holothurienarten von Niederländisch-Indien auf. Heute erwägt man in Japan schon Maßregeln, die Trepangholothurien vor Raubbau zu schützen und zu züchten (Mitsukuri 1903). Semper hat 1867 über die Zubereitung des Trepangs ausführlich berichtet; wir bringen seine anschauliche Darstellung gekürzt zum Abdruck:

„Unter dem Namen Trepang (biche de mer, balate) werden die auf mannigfaltige

Weise zubereiteten Holothurien nach China gebracht und dort mitunter zu hohen Preisen verwertet. Auf den Palau-Inseln, den westlichsten der Karolinen, habe ich lange Monate hindurch den Fang und die Zubereitung dieser Tiere beobachten können. Bedeckt von einer mehrfachen Lage der großen Kukaublätter (Caladium esculentum), werden die Holothurien zuerst recht eigentlich gekocht; dann unter stetem Begießen mit einer sehr geringen Menge süßen Wassers gedämpft. Nach der ersten Abkochung werden sie auf freistehenden, hölzernen Gestellen an der Sonne gedörrt und dann wechselweise zwei- oder dreimal gedämpft und getrocknet. Sind sie endlich hinreichend trocken und des Meersalzes beraubt, so werden sie in großen, zu diesem Zweck eigens erbauten Schuppen auf Borten in dünnen Schichten ausgebreitet und monatelang dem Einfluß von Rauch und Feuerwärme ausgesetzt. Man pflegt sie erst ganz kurze Zeit vor der Abreise in Säcke zu verpacken und an Bord zu bringen, um sie so wenig als möglich der im Schiffsraume herrschenden feuchten Atmosphäre auszusetzen. Sollen sie gegessen werden, so reinigt man die Oberfläche zunächst von anhängendem Schmutz, kratzt die obere, kalkführende Schicht ab und weicht sie dann 24—48 Stunden lang in süßem Wasser ein. Dabei quellen sie auf und nehmen eine schmutziggraue Farbe an. Nach mehrmaligem Waschen und sorgfältiger Entfernung der Eingeweide und aller fremden Sandteilchen wird dann die aufgequollene Haut in kleine Stückchen geschnitten, die in stark gewürzten Suppen oder mit verschiedenen anderen Speisen gegessen werden. Sie haben so wenig wie die eßbaren Vogelnester einen eigenen Geschmack; es sind weiche, milchig aussehende Gallertklumpen, welche von den Europäern nur wegen ihrer leichten Verdaulichkeit, von den üppigen Chinesen wegen der ihnen zugeschriebenen reizenden Eigenschaft genossen werden."

Die starke Nachfrage nach dem als Aphrodisiakum geltenden Trepang haben sich dann, nach Marshall, die Amerikaner zunutze gemacht. Sie fischen die Holothurien bei den Bermudas sowie in Westindien und exportieren sie besonders von Boston aus nach China. Kapitän Eagleston rüstete hintereinander fünf Expeditionen aus, von denen er 5500 Zentner Trepang, das sind etwa 5 Millionen Stück, heimbrachte und mit fast 70000 Dollar Reingewinn verkaufte. Anfang der 1890er Jahre zahlte man, nach Kent, für die besten Trepangsorten bis zu 3000 Mark für die Tonne.

Der Fang der Trepang-Holothurien wird im allgemeinen noch sehr primitiv gehandhabt; sie werden gespießt oder durch Taucher heraufgeholt. In tieferem Wasser bedient man sich auch einfacher Schleppnetze. Von dem Aussehen des fertigen Leckerbissens gibt Wallace keine gerade sehr verlockende Beschreibung: „Trepang", sagt er, „sieht aus wie Würste, die, nachdem sie im Schlamm gewälzt worden waren, durch einen rußigen Schornstein gezogen wurden." Nach Jameson verstehen die Chinesen sehr kräftige, wohlschmeckende Suppen und Frikassees daraus zu bereiten. Ganz gelegentlich sieht man diese merkwürdigen Leckerbissen in unseren Feinkostgeschäften.

Viele Seewalzen bevorzugen Korallenbänke als Aufenthalt und spielen eine bedeutsame Rolle bei der Umwandlung des feinen Korallengruses zu festen Kalkblöcken (s. S. 169). Als echte Bewohner der submarinen Gärten prangen diese bis 1 m langen „Riffholothurien" in den buntesten Farben.

An die Holothuriiden schließt sich die merkwürdige Familie der **Molpadiidae** an. Als einziger Rest von Ambulakralanhängen sind hier nur noch etwa 15 schildförmige Fühler und ein Paar Papillen am After vorhanden. Geatmet wird durch Wasserlungen; trotz de

Aufenthaltes im Schlamm ist deren Versorgung mit reinem Wasser möglich, denn das Hinterende ist in einen Schwanz ausgezogen und wird ins freie Wasser hinausgehalten. Die zierlichen Kalkkörper sind sehr verschieden gestaltet. Die bekannteste, sehr weit verbreitete Art ist Molpadia musculus *Risso*, ein graues oder rotbraunes Tier mit violettem Anflug, das bis 16 cm lang wird; die meisten Molpadiiden gehören der Tiefsee an.

Ein ganz anderes Leben als die Sand- und Schlammfresser mit ihren Grab- oder Schaufelfühlern führen die Cucumariiden, auf deren Äußeres der Name „Seegurken" am besten paßt. Wie die Synaptiden warten sie mit ausgebreiteten Fühlern auf den „Nahrungsregen". Ihre zurückziehbaren Fühler sind aber nicht einfach gefiedert, sondern aufs reichste baumförmig verzweigt und bilden, nach allen Seiten ausgestreckt, ein großes, dichtes Fangnetz. Wie das Futter davon abgenommen wird, schildert Dohrn: „Cucumaria sucht einen Stein, ein Gorgonidenbäumchen oder irgendeinen anderen hervorragenden Punkt aus, auf den sie sich festsetzt und nun monatelang sitzen bleibt (s. Farbentafel bei S. 377). Zugleich streckt sie ihre Tentakel zu voller Höhe aus. In fast rhythmischer Aufeinanderfolge zieht sich dann ein Tentakel nach dem anderen langsam und vorsichtig zusammen, biegt sich nach innen um und wird in die Mundöffnung gebracht. Sowie er darin völlig aufgenommen ist, verengert sich dieselbe, und jetzt zieht das Tier den Tentakel langsam wieder heraus. Das Spiel der Tentakel geht fast ununterbrochen vor sich." Zwei kleinere Fühler, die auf der Ventralseite nebeneinander liegen*, können den Mund nicht nur verschließen, sondern dienen, nach O. Schmidt, auch als „Wischer", die alles, was an dem Tentakel noch hängengeblieben ist, abstreifen, wenn er sich wieder herauszieht. Die Nahrung besteht, nach Noll, bei Cucumaria planci *Brdt.*, einer der bekanntesten, vom Mittelmeer bis zur Küste Englands verbreiteten Art, vorzugsweise aus lebenden Tieren. Im Aquarium gewöhnt sich die echte Seegurke schnell ein, entfaltet ihre Fühler und läßt sich selbst durch unsanfte Berührungen nicht stören.

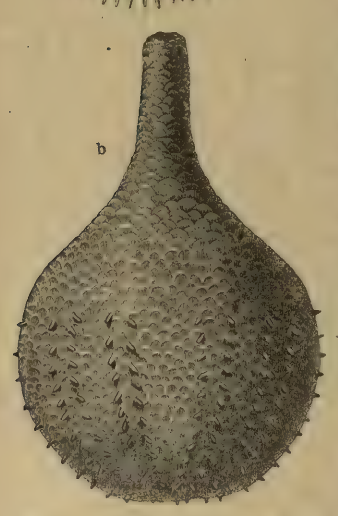
Die Cucumarien sind außerordentlich träge Geschöpfe, die mit aufgerichteter Fühlerkrone entweder auf dem Boden liegen oder an Algen, Korallen und Steinen sitzen. Noll hat Seegurken 3½ Jahre in Gefangenschaft gehabt und beobachtet, daß eine davon 2 Jahre lang auf demselben Fleck sitzenblieb. Nach einer Beobachtung von Chadwick vermögen sich junge Cucumarien durch Querteilung und nachfolgende Regeneration zu vermehren; er erhielt im Laufe von zwei Monaten auf diesem Weg aus drei Individuen sieben. Die Eiablage findet bei C. planci vorwiegend im März und April statt; auch in Gefangenschaft laichen die Tiere. Die Gattung Cucumaria ist weit verbreitet. Die meisten Arten sind Küstenbewohner, einige gehen aber auch in große Tiefen. In der Nordsee ist Cucumaria pentactes *Mont.* ihr Vertreter.

Von der naheverwandten Gattung Thyone *Ok.* ist Th. briarens *Les.* von den wärmeren Teilen der altantischen Küste Nordamerikas eins der „Versuchskaninchen" der amerikanischen Tierpsychologen. „Auf Sand gesetzt, beginnt sie sich alsbald einzugraben, indem sie ihren durch Kontraktion der Ringmuskulatur auf der Bauchseite keilförmig verschmälerten Körper in den Sand vortreibt, sodann wieder verbreitert, um den Sand beiderseits wegzudrängen, und diese beiden Akte abwechselnd so lange wiederholt, bis sie ganz oder zum größten Teil unter dem Sand verschwunden ist. Obwohl die Empfindlichkeit von Thyone so

* Diese Verhältnisse sind auf der Farbentafel nicht ganz richtig dargestellt.

groß ist, daß sie durch einen in das Aquarium fallenden Wassertropfen zu sofortiger Kontraktion veranlaßt werden kann, so beantwortet sie doch eine wiederholte mechanische Reizung der Tentakel bereits nach einer halben Stunde nicht mehr mit einer Kontraktion, sondern nur noch mit einer Abwendung des Vorderendes" (nach Pearse aus Kafka). Gegen Licht ist Thyone sehr empfindlich und sucht sich davon zu entfernen.

Brutpflege findet sich bei Thyone rubra *Clark* und Phyllophorus urna *Grube*. Hier entwickeln sich die Jungen, ähnlich wie bei Lapidoplax digitata *Mont.* (s. S. 352), in der Leibeshöhle und schlüpfen durch einen Riß in der Körperhaut aus. Bei Cucumaria laevigata *Vll.* und C. glacialis *Ljung.* dienen Hauteinstülpungen der zwei „ventralen" Interradien als Bruträume. Die Jungen von C. crocea *Less.* entwickeln sich auf den „dorsalen" Ambulakren der Weibchen.



a) Sphaerothuria bitentaculata *Ludw.* 2mal vergrößert. b) Rhopalodina heurteli *Perr.* Natürl. Größe.

Zur Familie der Cucumariiden zählt auch noch eine Reihe weniger regelmäßig gestalteter Seewalzen. Bei den Psolus-Arten ist der Bauch zu einer dünnhäutigen Kriechsohle umgebildet, während den gewölbten „Rücken" große Kalkschuppen panzern. Der von zehn kurzen, vielfach gestielten Fühlern umgebene Mund ist ebenso wie der After auf den „Rücken" verlagert. Die meisten Psoliden leben in geringen Tiefen auf steinigem Boden. Wie Chiton oder Patella unter den Mollusken, vermögen sie sich so fest anzusaugen, daß die stärkste Brandung sie nicht loszureißen vermag. Bei Flut strecken sie die Fühler zum Fang der Nahrung aus. In der Nordsee und an der atlantischen Küste von Nordamerika ist der etwa 6 cm lange Psolus squamatus *D. K.* stellenweise die häufigste Holothurie. Besonderes Interesse verdient eine antarktische Art, Ps. ephippifer *Wyv.-Th.*, die in mittleren Tiefen erbeutet wurde. Beim Weibchen befindet sich eine Bruttasche auf dem Rücken. Unter einer Anzahl größerer Kalkplatten entwickeln sich die befruchteten Eier. Sind sie reif zum Ausschlüpfen, so öffnen sich die Plattenränder. Bei einer anderen antarktischen Form, Ps. antarcticus *Phil.*, wachsen die Jungen auf der Bauchseite der Mutter heran; sie heften sich mit ihren Füßchen an die freien Teile der Kriechsohle des alten Tieres (Ludwig).

Noch ein paar absonderliche Geschöpfe mögen hier Erwähnung finden. Denkt man sich einen Psolus annähernd zur Kugel verkürzt, ringsum mit festgefügten, stacheltragenden Kalkplatten bedeckt, sowie Mund und After einander genähert und röhrig ausgezogen, so hat man die äußere Form der Sphaerothuria bitentaculata *Ludw.* vor sich. Aus dem Mundrohr vermag das Tier zwei große, schlauchförmige Fühler herauszustrecken. Diese Art ist im östlichen Stillen Ozean in Tiefen von 200—2000 m gefunden worden und hat 2 cm Durchmesser. — Mund- und Afterrohr sind bei der flaschenförmigen Rhopalodina heurteli *Perr.*, die im Schlamm der Kongo- und Gabunküste in geringer Tiefe entdeckt wurde, zu einem gemeinsamen Rohr schornsteinartig verschmolzen.

Zweite Klasse:

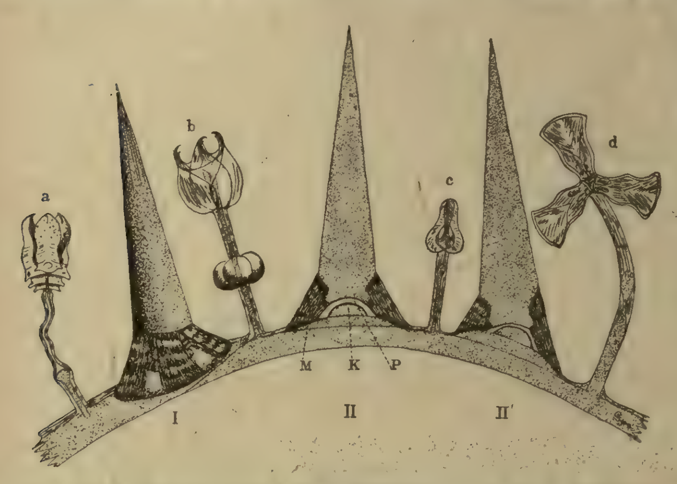
Seeigel (Echinoidea).

Wieder ein ganz anderes Bild im Stachelhäuterkreise bieten die Seeigel. Den Namen tragen die meisten mit vollem Recht: sie sind über und über mit Stacheln bewehrt, wie ihr „Pate" unter den Säugetieren. Ihr Körper ist kugelig, herzförmig oder flach und fast ausnahmslos völlig starr durch einen wohlgefügten Kalkpanzer. Auch tritt beim Seeigel ein weiteres charakteristisches Stachelhäutermerkmal stark hervor: das Ambulakralsystem. Das Tier verankert und bewegt sich auf dem Grund oder an den Glaswänden eines Aquariums mit zahllosen langen, durchsichtigen Saugfüßchen. Besser noch vermögen die meisten Seeigel auf die Stacheln gestützt herumzustelzen. Immer sind die Ambulakralanhänge in fünf Doppelreihen angebracht, die in den Radien wie Meridiane von der Mundseite zum oberen Pol laufen, wo bei vielen der After liegt. Entfernt man von einer Seeigelschale, etwa der des Echinus esculentus *L.*, die Stacheln, so sieht man die Anordnung der Kalkplatten. Sie stehen in 20 Reihen, aus denen man leicht die zu den Radien gehörenden herausfindet: die fünf, deren Platten an den Außenseiten der Doppelreihe zahlreiche feine Porenpaare tragen (a in der Abb.). Je ein Paar gehört zu einem Füßchen, denn die Kanäle, die Füßchen und Ampulle verbinden, sind bei Seeigeln gewöhnlich geteilt. Die zwischen den „Ambulakralplatten" liegenden fünf Doppelreihen gehören den Interradien an, sind „Interambulakralplatten" (ia in der Abb.). Oben bleibt zwischen den Plattenreihen ein kleines, rundes Feld (Periprokt) frei, in dem der After etwas seitlich von der Mitte liegt. Auf der Unterseite findet sich bei den „regulären" Seeigeln ein ähnliches weichhäutiges Feld (Peristom), aus dem im Zentrum die fünf weißen Meißelzähnchen des Mundes blinken. Im Leben überzieht eine dünne, weiche Haut den ganzen Panzer; sie enthält zahlreiche Sinneszellen, die durch ein Netz von Nerven noch außerhalb des Kalkpanzers miteinander in Verbindung stehen. Die Außenhaut weist außerdem zahlreiche Drüsenzellen auf. Die sehr beweglichen Stacheln sind selbständig entstandene spitze, keulen-, becher- oder pflastersteinförmige Skeletteile, die manchmal größer als der Schalendurchmesser und in deren unteres Ende Gelenkgruben eingehöhlt sind. In diese passen Gelenkköpfe auf den Kalkplatten. Der Stachel ist ringsum mit dem Gelenkkopf durch Muskeln verbunden, die ihn nach jeder Richtung hin bewegen können (Abb., S. 360). Eine äußere Lage besteht aus durchsichtigen „flinken" Muskeln, die leicht in Tätigkeit treten, aber auch rasch wieder erschlaffen. Tiefer liegen weiße „langsame" Muskelfasern, die zwar nicht gleich in „Trab zu bringen sind", einmal bei der Arbeit sich aber stärker und dauernd kräftig zusammenziehen und den Stachel in einmal eingenommener Lage zäh festhalten. Je nach der Stärke dieser „Bewegungs-" oder „Sperr"-Muskulatur

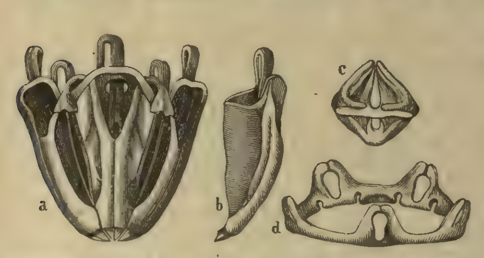


Gehäuse des eßbaren Seeigels, Echinus esculentus *L.*, zur Hälfte von den Stacheln entblößt. a Ambulakrale Doppelreihe oder Kalkplatten mit Poren für die Füßchen. ia Interambulakrale Doppelreihe. Natürliche Größe.

kann man auf größere oder geringere Beweglichkeit der einzelnen Seeigelarten schließen (v. Uexküll). Zwischen dem Stachelwald eines Seeigels stehen die **Pedizellarien**, dreiklappige Zängchen, die auf kalkgestützten Stielchen stehen und von einem Wimperepithel mit Sinneszellen überzogen sind; ihre drei Kiefer werden durch Muskulatur gegeneinander bewegt. Die ersten Untersucher hatten die Pedizellarien für Parasiten gehalten, die sich auf der Haut der Seeigel festgesetzt hätten. Heute unterscheidet man mehrere Arten solcher Greifwerkzeuge: 1) die „Giftzangen" (Pedicellariae gemmiformes, b), mit Sinneszellen und großen Giftdrüsen, so daß das Köpfchen kugelig aufgetrieben erscheint. Sie sind sehr wirksame Verteidigungswaffen für den Seeigel, die auf die vom Angreifer ausgehenden chemischen Reize hin in Tätigkeit treten. 2) „Klappzangen" (P. tridentatae, tridactylae, c), an großen, spitzen Kiefern mit gezähnten Rändern kenntlich. Sie öffnen und schließen sich auf den geringsten mechanischen Reiz hin; ihre Hauptaufgabe ist die Vernichtung kleiner Larven parasitischer Tiere, die sich auf dem Seeigel ansiedeln wollen. 3) Die kleineren „Beißzangen" (P. ophiocephalae, a) mit gedrungenen, gezähnten Kiefern. Sie sind am allerhäufigsten und stehen mit im Dienst der Ernährung. Kleine Tiere, die auf den Seeigel geraten, werden von den Beißzangen gepackt und an die Füßchen abgegeben, die sie zum Mund weiterführen. Schließlich haben 4) die „Putzzangen" (P. trifoliatae, d), die noch erheblich kleiner sind und drei blattförmige, ungezähnte Kiefer führen, für Reinlichkeit zu sorgen. Sie ergreifen den Kot, der bei der Lage des Afters auf dem Tier liegen bleibt, und alle auf den Seeigel fallenden Fremdkörper mit zwei Klappen und zermahlen sie mit der dritten zu feinem Mulm. Auf Stacheln und Pedizellarien des eigenen Körpers oder die eines Individuums derselben Spezies beißen die Zangen nicht.



Teil eines Seeigelpanzers mit 3 Stacheln (I, II, II') und 4 Pedizellarien (a—d), schematisiert; 2 Stacheln (II und II') sind durchschnitten dargestellt. Originalzeichnung von Dr. G. Grimpe. a) Ophiocephale Pedizellarie von Echinus esculentus *L.*, b) globifere Pedizellarie von Notechinus magellanicus *Phil.*, c) tridentate Pedizellarie, geschlossen, von Stylocidaris affinis *Phil.*, d) trifoliate Pedizellarie von Sperosoma grimaldii *Koehl.* K Gelenkkopf, P Gelenkpfanne, M Muskeln des Stachels. Die Kalkteile sind punktiert, die Pedizellarien verschieden stark vergrößert dargestellt.

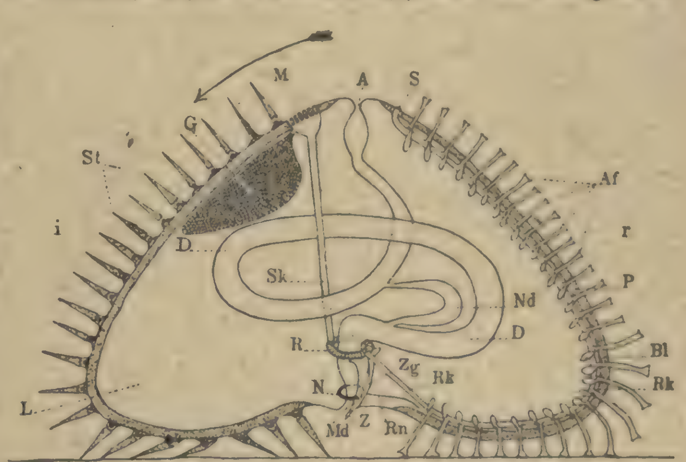


„Laterne des Aristoteles", Zahngerüst des Steinseeigels, Paracentrotus lividus *Lam.* a) vollständig, b) eine isolierte Zahnpyramide von der Seite, c) dieselbe von oben, d) Kalkring im Umkreis des Mundfeldes. Natürl. Gr.

Wer zum erstenmal auf dem Markt eines Mittelmeerhafens zusieht, wie der Händler einen der eßbaren Seeigel öffnet, wird erstaunt sein, wie wenig in solch einer großen Schale enthalten ist. Die Leibeshöhle ist sehr geräumig; bei einem kleinen Sphaerechinus granularis von 225 ccm Inhalt fand Cohnheim 175 ccm Leibeshöhlenflüssigkeit. Der Darm ist

in seinem Anfangsteil von einem umfangreichen Muskel- und Kalkspangenapparat umgeben, der der Bewegung der fünf elfenbeinweißen, meißelförmigen Zähne am Eingange zum Munde dient (a in der unteren Abb. auf S. 360). Durch Muskeln, die das Zahngerüst auch als Ganzes bewegen können, ist er an einem mit fünf „Ohren“ versehenen Kalkring (d) befestigt, den die Randplatten im Umkreis des weichhäutigen Mundfeldes bilden. Schon Plinius kannte diesen Kauapparat, den man leicht als Ganzes herausnehmen kann, unter dem Namen „Laterne des Aristoteles“.

Der Darm (D auf der untenstehenden Abb.) hängt an Mesenterien und läuft in Schlangenlinien etwa zweimal durch die Leibeshöhle zum After. Außer seiner eigentlichen Aufgabe besorgt er, nach Perrier, noch die Atmung, da er auch Wasser aufnimmt, das durch die dünnhäutige Darmwand mit der Leibeshöhlenflüssigkeit in Gasaustausch tritt. Bei der Familie der Echiniden ist ein Nebendarm vorhanden, der sich hinter dem Kaugerüst abspaltet und später wieder in den Hauptdarm mündet; er führt der letzten Darmwindung frisches, nicht mit Nahrungsteilen vermischtes Wasser zu. Wie Henri beobachtete, zieht er sich alle 10—15 Sekunden rhythmisch zusammen. Der Laterne liegt der Wassergefäßring (R) auf. Die fünf Radiärgefäße steigen an ihr herab und laufen dann meridional nach oben. Sie schließen in Endtentakeln (S) ab, die man früher, ihrer dunklen Färbung wegen, für Augen hielt; sie durchbrechen den Panzer an den fünf Ozellarplatten, die die ambulakralen Doppelreihen nach dem Afterfeld zu begrenzen. Die zahllosen zarthäutigen Füßchen (Af) tragen wesentlich zur Deckung des Sauerstoffbedarfs bei: in ihnen zirkuliert dauernd ein durch Wimperschlag erzeugter Wasserstrom. Der vom Ringkanal ausgehende Steinkanal (St) mündet in einer Madreporenplatte (M), einer der fünf großen Kalktafeln, die am Ende der interambulakralen Reihen das Afterfeld umschließen. Sie heißen Genitalplatten, weil durch sie die Geschlechtsprodukte entleert werden. Das orale Nervensystem (N) hat die übliche Form: einen Schlundring und fünf starke Radiärnerven; von ihnen empfängt jedes Füßchen einen feinen Nervenast. Die „zentralen“ Teile des Nervensystems regeln die Bewegung des ganzen Körpers; Berührungs- oder chemische Reize rufen geordnete Abwehrbewegungen der Stacheln und Pedizellarien im Umkreis der Reizstelle hervor. Als statische Organe, die das Tier über seine Lage im Raum orientieren, werden kleine, fast kugelige Gebilde angesehen, die „Sphäridien“, die umgewandelte Stacheln sind und aus glasiger Kalkmasse bestehen. Indes hat Delage durch Versuche festgestellt, daß ihre Entfernung wenig schadet. Eigentliche Sinnesorgane sind bei



Medianschnitt durch einen Seeigel. Originalzeichnung von Dr. G. Grimpe. Links ist ein Interradius (i), rechts ein Radius (r) getroffen. Der Pfeil gibt die Richtung an, in der der After bei den irregulären Seeigeln nach „unten“ gewandert ist. A After, Af Ambulakralfüßchen, Bl Bläschen (Ampullen), D Darm, G Geschlechtsdrüse, L Leibeshöhle, M Madreporenplatte, Md Mund, N Nervenring, Nd Nebendarm, P Kalkpanzer, R Ringkanal, Rk Radiärkanal, Rn Radiärnerv, S Sinnesfleck (Endtentakel), Sk Steinkanal, St Stacheln, Z Zahn, Zg Teil des Zahngerüstes.

den Seeigeln unbekannt; doch ist die Haut ganz allgemein lichtempfindlich. Fünf Paar verästelte Anhänge im Umkreis des Mundfeldes sind Ausstülpungen eines Teiles der Leibeshöhle und dienen als „Kiemen" neben Füßchen und Darm der Atmung.

Die umfangreichsten Organe sind die Geschlechtsdrüsen (G). In der Regel sind die Seeigel getrenntgeschlechtlich. Von einigen Fällen von Brutpflege abgesehen, begegnen sich Eier und Samen frei im Wasser; beide werden in riesigen Mengen hervorgebracht. Ein Weibchen von Echinus esculentus *L.* liefert in einer Fortpflanzungsperiode allein etwa 20 Millionen Eier. Die Entwickelung geht wiederum über eine charakteristische Larvenform, den „Pluteus", dessen Wimperschnüre in lange Fortsätze ausgezogen sind (s. Abb. S. 338, C). Die Befruchtung der Eier und ihre Entwickelung läßt sich sehr leicht beobachten und ist sogar schon kinematographisch aufgenommen worden. Auch die Aufzucht bis zum fertigen Seeigel ist bei einigen Arten geglückt. Die Leichtigkeit, mit der man die Befruchtung und die sehr übersichtlichen, fast schematisch verlaufenden Entwickelungsvorgänge der Seeigeleier verfolgen kann, macht sie seit Jahrzehnten zum Lieblingsgegenstand für alle möglichen Untersuchungen. So beobachtete an ihnen O. Hertwig als erster die Vorgänge, die sich nach der Befruchtung an den Zellkernen abspielen. Herbst hat den Einfluß der verschiedenen im Meerwasser enthaltenen Salze auf den Entwickelungsverlauf studiert und gefunden, daß kaum ein Bestandteil davon fehlen darf. Eine ganze Reihe von Forschern untersuchte die künstliche Parthenogenese der Seeigeleier; es zeigte sich, daß verschiedene physikalische und chemische Mittel imstande sind, die Furchung des Eies auch ohne Hinzutritt von Samen einzuleiten. Auch die Spermatozoen anderer Arten, selbst solche von Würmern und Weichtieren, veranlassen das Seeigelei, sich zu entwickeln; die „väterliche" Kernsubstanz wird aber später wieder ausgestoßen, und die Larven haben dann rein mütterlichen Charakter. Delage gelang es, aus den Eiern des Sternseeigels, Paracentrotus lividus *Lam.*, durch künstliche Jungfernzeugung reife männliche Seeigel zu züchten. Auch die experimentelle Kreuzung verschiedener Arten untereinander ist möglich; die Eigenschaften der Bastarde vermitteln dann zwischen denen der Eltern, was auf Grund langjähriger Versuche Shearer, Morgan und Fuchs feststellten, die Echinus esculentus *L.*, E. acutus *Lam.* und Parechinus miliaris *Gmel.* in verschiedenen Kombinationen miteinander kreuzten.

Eine Sonderstellung unter den Seeigeln nehmen die Cidariden ein, die Lanzenseeigel mit ihren außerordentlich langen, schlanken Stacheln, die schon von der Devonzeit her bekannt sind. Ihnen fehlen die äußeren Kiemen, und das Mundfeld ist nicht weich, sondern mit Platten gepanzert wie der übrige Körper. Die bekannteste Art, der Lanzenseeigel, Cidaris cidaris *L.*, lebt im Mittelmeer und im nördlichen Atlantischen Ozean vom Äquator bis zum Polarkreise. Auf dem kugeligen, an den Polen etwas abgeplatteten Körper sitzen riesige Stacheln, die zweimal so groß wie der Körperdurchmesser sein können. Sie stehen nur auf den Interambulakralplatten, und zwar auf jeder von ihnen ein Stachel; im ganzen sind also zehn Reihen zu 6—9 Stacheln, je nach der Größe des Tieres, vorhanden. 10—12 Längsstreifen dicht gestellter Körnchen lassen diese Lanzen gerieft erscheinen. Man unterscheidet zwei Arten von Stacheln, „Primär"- und „Sekundär"-Stacheln. Während die großen Stacheln, auf denen sich häufig Hydroidpolypen und Serpeln ansiedeln, meist kräftig rote Töne zeigen, sind die Sekundärstacheln in weißlichen oder strohgelben Farben gehalten und bestimmen durch ihre große Zahl und ihre Verteilung auch die Farbe des Körpers.

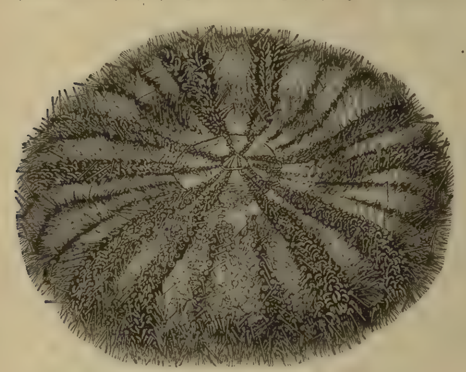
Wie der Lanzenigel lebt, hat Prouho geschildert. Obwohl seine Tiere aus über 60 m

Tiefe stammten, litten sie durch den plötzlichen Übergang aus dem hohen Wasserdruck nicht im geringsten und hielten sich, wohl infolge des geringen Sauerstoffbedürfnisses der Tiefentiere überhaupt, leichter als die gewöhnlichen Küstenseeigel. Eine erwachsene Cidaris stelzt auf ihren Stacheln herum, benutzt aber nur die um den Mund stehenden als „Beine", während ihr die langen Seitenstacheln als Krücken zum Anstützen dienen. Auf ebenem Boden läuft ein Lanzenseeigel ebenso flink wie über alle möglichen Hindernisse. Die Ambulakralfüßchen werden dabei nicht benutzt, sind auch wenig dafür geeignet, denn ihre Näpfe sind schwach entwickelt und in verhältnismäßig geringer Zahl vorhanden. Nur bei ganz jungen Tieren können als „Mundtentakel" umgebildete Füßchen auch zum Festsaugen an einer Unterlage benutzt werden. Wird ein Lanzenigel auf den Rücken gelegt, so dreht er sich sofort und leicht wieder um: er besitzt, wie alle daraufhin untersuchten Echinodermen, den sogenannten „Umwendungsreflex". Der Reizzustand hält so lange an, bis der Mund — oder bei unserem Tier die Stelzen der Mundseite — den Boden wieder berührt. Die umgedrehte Cidaris erhebt sich zunächst etwas und bewegt dabei die langen Seitenstacheln, wie nach einem Widerstand tastend. Darauf beginnt der Körper sich nach und nach schräg zu stellen, bis er auf der Seite steht. Dann richten sich alle Stacheln, auf denen das Tier nicht ruht, nach der Mundseite zu; es bekommt das Übergewicht und fällt in die richtige Lage. Die kleineren Mundstacheln haben außer ihrer Stelzfunktion noch eine besondere Aufgabe: sie sind auch Greiforgane, die eine Beute kräftig festzuhalten vermögen. Trotz der unleugbaren Vorteile ist das Kleid aus wenigen großen Lanzen ein schlechter Schutz gegen Feinde. Junge Meeräschen können ohne weiteres zwischen den Stacheln durchstoßen, und Seesterne erledigen eine Cidaris in 2—3 Stunden vollständig bis auf die Schalen, indem sie sich zwischen die Lanzen eindrängen und den Körper mit ihren Armen umklammern. Die flachen Sekundärstacheln verkleiden lediglich die am ehesten verwundbaren Teile, legen sich in Büscheln um die reich ausgebildete Muskulatur der Primärstacheln, über den After, die Geschlechtsöffnungen usw.

Cidaris scheint sich hauptsächlich von Schwämmen und Gorgoniden zu ernähren, deren Reste sich massenhaft in den Exkrementen finden. Im Aquarium frißt sie auch Fische, Krebse und Würmer; doch kann sie sehr lange hungern (nach Prouho bis 14 Monate). Dieser erstaunlichen Lebenszähigkeit verdanken die Cidariden ihre weite geographische und Tiefenverbreitung sowie das Überdauern ungeheuerer geologischer Zeiträume. Die nahe verwandte, im Golf von Neapel häufige Stylocidaris affinis *Phil.* (s. die Farbentafel bei S. 341, 2) zeigt wesentlich den gleichen Bau; nur erreichen ihre Primärstacheln höchstens das 1½fache des Körperdurchmessers. Außer im Mittelmeer lebt sie im Atlantik von Gibraltar bis Kap Verde.

Die sehr altertümliche Familie der Echinothuriiden steht an der Spitze der „regulären" (radiär gebauten) Seeigel mit äußeren Kiemen. Sie werden als Lederigel bezeichnet, denn ihre Schale ist ausnahmsweise nicht festgefügt, sondern die Kalkplatten sind gegeneinander frei beweglich und können sich schuppenförmig übereinander legen. Doflein, der Asthenosoma- und Phormosoma-Arten an der Sagamibai lebend beobachtete, sah sie sich bald aufblähen, bald zur Scheibe abplatten. Konservierte Exemplare sind immer zu einem flachen Fünfeck zusammengeschrumpft. Die Echinothuriiden sind große, farbenprächtige Seeigel, die sowohl im Flachwasser wie in Tiefen bis zu 5000 m leben. Die beiden Sarasin schildern eine Asthenosoma urens *Sar.* aus dem Hafen von Trinkomali (Ceylon). Die kurzen Stacheln des rotbraunen Tieres liegen in Hautscheiden; ihre Spitzen schmückt ein leuchtendes Violett. In den Interambulakralen verlaufen Reihen kleiner gestielter Knöpfchen

von glänzend blauer oder zart smaragdgrüner Farbe; jedes enthält einen sehr spitzen Stachel. Den Namen „urens", die Brennende, führt das Tier wegen der Giftapparate, die ihren Sitz in diesen bunten Organen haben. „Als wir das Tier angreifen wollten, warnten uns die Leute eindringlich; sie sagten, es schmerze heftig und mache Fieber; die Taucher, die es gefunden, haben es nicht angefaßt, sondern mit einer Kokosnußschale aus der Tiefe geholt. So berührten wir es vorsichtig mit der Fingerspitze, fühlten aber sofort heftig brennende Schmerzen, wie von mehreren Immenstichen, die sich aber nach einigen Minuten ohne weitere Folgen wieder verloren." Der Hohlraum der erwähnten Knöpfchen enthält ein giftiges Sekret, das bei ihrer Berührung in die kleine, von dem Stachel geschlagene Wunde des Angreifers eindringt. Mit diesem Seeigel leben zwei Tiere zusammen, die durch seine Wehrhaftigkeit mit geschützt werden: ein kleiner Fisch, der gewandt zwischen den giftigen Knöpfchen herumschwimmt, und ein kleiner Krebs; beide sind ähnlich gefärbt wie der Wirt.



Lederseeigel, Calveria hystrix *Wyv.-Thoms.* 1/3 natürlicher Größe.

Calveria hystrix *Wyv.-Thoms.*, der am längsten bekannte Lederseeigel, wurde auf der Dredschfahrt der „Porcupine" zwischen Irland und den Faröer aus einer Tiefe von etwa 800 m heraufgebracht. Aus der Beute leuchtete den spähenden Augen der Zoologen Thomson und Carpenter eine scharlachrote Kugel entgegen. Man hielt sie zunächst für ein außergewöhnlich großes Exemplar des in den nordischen Meeren häufigen Echinus acutus *Lam.*; auf Deck gebracht, nahm sie zur größten Überraschung aber die Gestalt eines runden Kuchens mit allen sonstigen Kennzeichen eines Seeigels an; nur die Schale, über die Wellenbewegungen liefen, schien biegsam wie Leder.

Einer der größten Seeigel überhaupt ist der Lederigel Hygrosoma hoplacantha *Wyv.-Thoms.*, von dem der „Challenger" ein Stück von 31,2 cm Horizontaldurchmesser mitbrachte. Er besitzt am Ende verbreiterte Stacheln und ist, nach Clark, dunkelviolett gefärbt; die Stacheln sind fast schwarz, ihre hufförmigen Enden aber reinweiß. Die Art lebt im Pazifik, namentlich bei Japan und Australien, in Tiefen von 500—2500 m.

Unter den Seeigeln mit starrer Schale sind einige tropische Diadematiden wie die erwähnte Asthenosoma-Art wegen der Giftwirkung ihrer Stacheln berüchtigt, besonders Diadema saxatile *L.*, die im ganzen Indopazifik vom Kap bis Tahiti, bis Japan und bis zu den Sandwichinseln in geringen Tiefen vorkommt. Der Lieblingsaufenthalt der Erwachsenen sind die weißen Korallensande, wo sie sich in Scharen zusammenfinden. Die Trepangfischer meiden diese Stellen ängstlich, und der Naturforscher, der in den Korallgärten sammelt, wird, durch Erfahrung gewitzigt, die prachtvollen Tiere bald mit Vorsicht behandeln. Von der etwas abgeflachten Schale, die dunkelbraun oder „wie purpurner Samt" (Döderlein) gefärbt sein kann, starren lange, dünne Spieße, 20—25 cm lang. Zwischen diesen stehen kleinere Stacheln, die dauernd lebhafte Kreisbewegungen ausführen, solange das Tier ruhig im Sande sitzt. Sein schönster Schmuck aber sind leuchtend blaue Flecke von einem Glanze, der höchstens in dem prachtvollen Blau einiger brasilianischer Falter (Morpho, s. Bd. 2, S. 291) ein Gegenstück findet. Sie sind nach Döderleins Beobachtun

Leuchtorgane. Früher hielt man sie für Augen; denn die Seeigel sind hochempfindlich gegen Licht und richten ihre Stacheln sofort zur Abwehr gegen den sich nähernden Feind, der sich schon aus der Ferne durch seinen Schatten bemerkbar macht. Die Stacheln von Diadema sind mehr als nadelfein ausgezogen. Nähert man sich dem Tiere mit der Hand, so hat man sich an den Spitzen oft schon verletzt, wenn man glaubt, noch weit von ihm entfernt zu sein. Sie brechen in der Haut sofort ab und rufen heftigen Schmerz und Entzündung hervor. Herausziehen lassen sie sich nur schwer; nach Saville-Kent wandern sie wie verschluckte Nähnadeln durch die Gewebe. Mit Diadema saxatile leben ebenfalls kleine Fische (nach Coutière eine Engrantis-Art) zusammen, die, gejagt, in den schützenden Stachelwald flüchten.

Auch im Mittelmeer und den anschließenden Teilen des Atlantik kommt eine Diadematide, Centrostephanus longispinus *Phil.*, vor. Er ist mit seinen langen, violett und weiß geringelten Stacheln auf der dunkel schwärzlichen Schale der schönste Mittelmeerigel. Wie eine Cidaris stelzt diese Art auf ihren Lanzen einher und ist wie ihre tropischen Verwandten hochgradig empfindlich gegen Licht und Schatten, wie Uexküll feststellte. Licht flieht das Tier und läßt sich durch entsprechende Maßregeln auf jeden Platz des Aquariums treiben, auf den man es haben will. Auch in der Färbung zeigt Centrostephanus Beziehungen zum Licht. Eine Art dieser Gattung entfärbt sich, eine halbe Stunde lang ins Dunkel gebracht, allseitig und nimmt ein lichtes Grau an; die in der Haut vorhandenen farbstofftragenden Zellen (Chromatophoren) haben sich zu punktförmigen Kügelchen zusammengezogen. Im Tageslicht kehrt die dunkle Farbe rasch zurück, indem sich die Chromatophoren wieder ausdehnen. Sie wirken in der Helle als Schirm für unter ihnen liegende lichtzersetzliche Farbstoffe, die vermutlich die Lichtempfindlichkeit der Haut bei Echinodermen bedingen.

In der Dunkelheit braun, im Licht tiefschwarz ist Arbacia lixula *L.*, einer der häufigsten Seeigel an den Felsküsten des Mittelmeers, der Westküste Afrikas und den Azoren. Seine Schale hat durchschnittlich 4—5 cm Horizontaldurchmesser und ist dicht mit 2½ cm langen, schwarzen Stacheln bestanden. Der **schwarze Seeigel** lebt nur in der Brandungszone, wo er die Algen von den Felsen abweidet, und vermag sich dank seiner kräftigen Saugfüßchen in die engsten Spalten und Vertiefungen einzuklemmen. Hier ist er unangreifbar, denn die sehr spitzen und spröden Stacheln starren jedem Angreifer als undurchdringliches Hindernis entgegen. Nach Uexküll ist er durch diese Waffe gegen den Erbfeind aller Seeigel, den Seestern, besser geschützt als andere Seeigelarten. Dieses „Starren" der Stacheln, das durch jede Berührung ausgelöst wird, ist möglich durch eine mächtig entwickelte Sperrmuskulatur; sind deren Fasern zusammengezogen, läßt sich ein Stachel von Arbacia eher abbrechen, als aus der Lage bringen. Lichtreizen gegenüber ist das bei Tag in Gesteinsspalten versteckt sitzende Tier sehr empfindlich (Mangold). Beschattung, die unter natürlichen Verhältnissen die Annäherung eines Feindes ankündigt, ruft prompt ein Heben der Stacheln nach oben hervor, einerlei, ob der Seeigel ganz oder teilweise beschattet wird. Wenn das Tier in der Sonne sitzt, flieht es in der Richtung des eigenen Schattens. Frisch gefangene Arbazien suchen sich im Aquarium immer die schattigsten Stellen, steigen dann mit Hilfe ihrer Saugfüßchen bis unter die Wasseroberfläche und bleiben hier in vertikaler Lage haften. Für die Reinigung ihres Körpers von Exkrementen brauchen sie nicht zu sorgen; dies übernehmen die Wellen. Im Aquarium ist Arbacia mit der Reinhaltung des Körpers übel dran. Die grauen Kotkugeln bleiben dann leicht auf ihr liegen und üben, nach Mangold, eine schwere Giftwirkung aus. Deshalb hält sie sich in der Gefangenschaft von allen

Seeigeln am schlechtesten. Auch sonst ist dieser ausschließlich dem Leben in der Brandung angepaßte Seeigel unter den fremden Verhältnissen im Aquarium stark benachteiligt. An der Küste ermöglichen ihm die kräftigen Haftscheiben an den langen Füßchen der Mundseite sicheres Anklammern auch im stärksten Wellenschlag. Die Füßchen der Rückenseite sind überflüssig für die Fortbewegung und sind zu Atempapillen umgebildet. Wird eine Arbacia auf den Rücken gelegt, so kann sie sich infolgedessen nicht wieder umwenden; soweit bekannt, ist sie der einzige Seeigel, dem das unmöglich ist.

Der Arbacia äußerlich ähnlich und auch wie sie ein Bewohner der felsigen Brandungszone ist der Steinseeigel, Paracentrotus (Strongylocentrotus) lividus *Lam.* (s. Tafel „Stachelhäuter", 3, bei S. 354). Seine schwarzviolette bis grünlichbraune Schale erreicht ohne die Stacheln einen Durchmesser von 6½ cm. Er bildet eine der gemeinsten Arten an den Felsufern des Mittelmeers und der atlantischen Küsten Westeuropas. Von allen Seeigeln wird er im Süden am häufigsten gegessen, d. h. man genießt nur die Geschlechtsdrüsen in rohem Zustande. Hauptsächlich Marseille ist der Markt für Seeigel. Nach einer älteren Angabe von Villeneuve sollen dort jährlich 100000 Dutzend auf den Fischmarkt gebracht und mit je 20—60 Centimes bezahlt werden. Stellenweise kann man die Tiere zu Tausenden an den Felsen sitzen sehen. Viele davon tragen auf den Stacheln Algen, Steinchen oder Muscheln; das sind nach Petrunkewitsch fast unfehlbar Männchen. Ein frischgefangenes Exemplar, das seiner Bürde beraubt wird, sucht sich, nach O. Schmidt, wieder Algenstückchen und hüllt sich darin binnen einer Viertelstunde vollkommen ein. Legt man dem Seeigel eine Muschelschale in den Weg, wird sie mit den Füßchen gepackt, auf die Kante gestellt und in wenigen Minuten auf den Rücken gebracht. Früher nahm man allgemein an, daß sich dieser Seeigel (wie die Dreieckskrabben, s. S. 694) „maskiert", um Feinde und Beutetiere zu täuschen. Da der Steinseeigel nie lebende Tiere annimmt, kann die Maskierung kein Lockmittel sein. Krumbach vermutet deshalb, daß es nur der mechanische Reiz ist, der die sonst unbeschäftigten Füßchen der Rückseite Fremdkörper festhalten läßt; warum es aber nur bei den Männchen geschieht, ist bis heute nicht erklärt. Über die Ernährung des Steinseeigels sind wir genau unterrichtet: „Von dieser Art leben drei Exemplare seit fünf Jahren in einem Aquarium, das ein in flachen Terrassen abfallendes Stück Meeresgrund dicht unterhalb der Ebbegrenze nachbildet. Die Tiere waren haselnußgroß, als ich sie einfing. Heute sind sie so groß wie Wallnüsse. Sie leben wie Sphaerechinus von den Algen, die auf den Felsen wachsen." Man kann die weißen Fraßspuren „auch leicht im Freien beobachten, mit dem Guckfenster oder dem Glasbodenboot, und hat dann etwa den Eindruck, als ob die Gipfel der Felsblöcke, auf denen dieser Seeigel truppweise lebt, mit Schnee bedeckt seien" (Krumbach). Zuweilen nimmt Paracentrotus auch Aas; mehrmals sah Nick, wie er Fischfleischstückchen mit großer Beharrlichkeit langsam hinunterkaute. John hat im Darm azorischer Seeigel außer Lavapartikeln massenhaft Reste von Kalkalgen gefunden. Zum Ergreifen von Aas dienen, nach Eisig, auch die Stacheln. Er ließ einen toten Wurm auf einen Seeigel fallen, der an der Scheibe eines Aquariums angeheftet saß. Sofort begannen sich die berührten Stacheln so gegeneinander zu bewegen, daß sie mit ihren Spitzen die Beute festhielten. Darauf wird diese auf dem kürzesten Wege zum Munde gebracht.

Der Steinseeigel lebt in Höhlungen der Felsküste, die ihn vor der Brandung schützen. Im Kalk der englischen und irischen Ufer finden sich mitunter Tausende solcher Löcher nebeneinander; oft sind sie so eng, daß man die Igel nicht herausnehmen kann, wenn sie

ihre Stacheln spreizen. An der Bretagne hausen sie im Granit, an den Azoren in vulkanischen Laven. Natürlich liegt die Vermutung nahe, daß sie wie viele andere Tiere sich ihre Höhlen im Gestein selbst schaffen. John meint hierzu: „Der Seeigel erzeugt seine Wohnstätten mittels seines Kauapparates und sekundär mit Hilfe der Stacheln durch rotierende Bewegung." Auch Romanes nimmt nach Befunden am Gestein eine aktive Bohrtätigkeit der Seeigel an, die jedoch auch vielfach bezweifelt wird. So bemerkt Mc Bride, daß es den Anschein habe, als ob die Tiere sich in Spalten eindrängen und dann nach und nach von Kalkalgen umwachsen werden. Und nach Krumbach „lebt Paracentrotus in der Adria allermeist auf großen, losen Steinblöcken oder sogar auf ebenem Boden. Junge Tiere kriechen gern in die von der Brandung erschlossenen und längst verlassenen Löcher der Meerdattel. Im Aquarium hat nie ein Seeigel auch nur die geringsten Bohrversuche gemacht, selbst in dem Becken mit Wellenbewegung und dem mit rasch fließendem Wasser nicht." Die in Höhlen sitzenden Seeigel der Azoren sollen nach Simroth den Eingang zu ihrer Klause bis auf einen schmalen Spalt mit einer Napfschneckenschale, die sie auf der Rückenseite halten, verschließen. Gegen Reize der Umwelt verhält sich der Steinseeigel vielfach anders als Arbacia; so fehlen ihm deren prompte Licht- und Schattenreflexe ganz. Doch flieht auch er das grelle Licht, indem er sich nach dem Schatten hin in Bewegung setzt.

Auch unsere Nordsee hat eine eßbare Seeigelart, den Echinus esculentus *L.* (s. Tafel „Krebse II", 7, bei S. 677), der aber nur an der portugiesischen Küste Liebhaber findet. Der stattliche Bursche kommt im flachen Uferwasser von Spanien bis Spitzbergen vor, fehlt aber im Mittelmeer; nur ausnahmsweise geht er tiefer als 200 m. Er ist sehr hübsch gefärbt, weißlich mit rotem, blauem oder violettem Anflug. Die zahlreichen niedrigen Stacheln (Abb., S. 359) sind weißlich oder rötlich mit violetter Spitze. In der Nordsee fängt man ihn mit dem sogenannten Schwapper, einer Eisenzange, an der Wergquasten oder aufgedrehte Tauenden befestigt sind, und die über den Sandgrund gestreift wird. Kommen die Tiere in den Bereich der Quasten, so verstricken sie sich unrettbar. Echinus esculentus ist im Aquarium leicht zu halten; deshalb ist er so ziemlich der einzige Seeigel, den man regelmäßig in den Seeaquarien des Binnenlandes sieht. Nach Scott nimmt er nur Seegras und Sand auf; Chadwick hält ihn für einen reinen Fleischfresser, und Roaf fand im Darm Bruchstücke von Seepocken (Balanus). Als er Steine mit Seepocken zu den Tieren brachte, sah er, wie sie sich darüber hermachten. Auch Schuren stellte fest, daß sie sich von lebenden Tieren ernähren. Er fand im Darminhalt Borsten verschiedener Anneliden, Reste von Hydroidpolypen, Moostierchen, Seeigeln usw. vor. Das Futter wird, nach Roaf, mit den Pedizellarien zum Mund geschafft, wobei Stacheln und Füßchen mithelfen. Diese können sich beim eßbaren Seeigel stark ausdehnen. Es ist ein reizendes Bild, die zahlreichen Füßchen mit den weißen Saugscheibchen am Ende um einen im Aquarium ruhig sitzenden Seeigel herumfluten zu sehen. Die Säuberung des Körpers besorgen ebenfalls Pedizellarien.

Ein sehr hübscher, kleiner Verwandter des Eßbaren Seeigels, der Strandigel, Parechinus miliaris *Gmel.*, ist die gemeinste Art der Nordsee und der Küsten Europas von Norwegen und Island bis Marokko. Er ist einer der wenigen Stachelhäuter, die in die westliche Ostsee vordringen. Die Schale ist meist grünlich, die ebenfalls grünen Stacheln haben violette Spitzen. Manche Exemplare sind vollständig weiß. Sein Lieblingsaufenthalt sind die Stromrinnen; auch auf den Austernbänken zählt er zu den charakteristischsten Vertretern und findet dort reich gedeckten Tisch. Vor dem gefräßigen Räuber ist kein festsitzendes oder

langsam kriechendes Tier sicher. Vor allem hält er sich an Hydroidpolypen; Grimpe fand ihn massenhaft beim Seemoosfischen auf den Sertularien. Eine häufig im Darminhalt vorkommende Masse hält Eichelbaum für Weichteile großer Muscheln (Austern); Parechinus miliaris ist also, wie die Seesterne, ein Schädling auf den Austernbänken. Gelegentlich bohrt er auch, wie der Steinseeigel (s. S. 366); man findet ihn nicht selten in Löchern des Küstengesteins, zuweilen auch der Austernschalen. Er selbst gehört zur Nahrung mancher Bodenfische, z. B. des Knurrhahns und der Scholle.

Für das Aquarium empfiehlt sich diese Art sehr; sie läßt sich in feuchtem Tang ohne Wasser verschicken. Junge Exemplare gewöhnen sich leicht ein und halten, nach Schmalz, über acht Monate aus. Gefüttert werden sie mit Mückenlarven, feingeschnittenem Salat, Muschel- und Fischfleisch. Das Futter bringt man mit einem Glasrohr auf das Tier, das es sofort zwischen die Stacheln klemmt und zum Mund führt. Außer mit wehrhaften Aktinien darf der Strandigel mit festsitzenden Tieren nicht zusammen gehalten werden; sogar Seepferdchen, die auf ihm ausruhen wollten, hat er die Wickelschwänze angefressen. Selbst in der Gefangenschaft „maskiert“ er sich noch mit Muschelschalen und Algenstückchen.

Zu den „bohrenden“ Seeigeln zählt auch Heterocentrotus mammillatus *L.*, der auf den Riffen der Südsee, des Indik und des Roten Meeres lebt. Durch den Suezkanal dringt er jetzt auch ins Mittelmeer vor. Möbius fand ihn auf Mauritius an der Außenkante des Dammriffs in runden Vertiefungen, die ihn vor der Brandung schützen. Er besitzt eine Anzahl riesiger, dicker Stacheln, die als Bohrer bei der Austiefung der Wohnhöhle dienen. Diese ist gerade so weit, daß der Seeigel sich darin herumdrehen kann. Die Öffnung der Höhle ist enger als der Umfang des Bewohners, so daß man ihn beim Fang mit dem Meißel aus dem Gestein hauen muß. Zum Bohren im Riffkalk werden die Stacheln der Mundseite benutzt; ihre feingezähnten Enden sind, wenn die Stacheln bewegt werden, imstande, Kalk abzuschaben. Das Tier bleibt zeitlebens in seiner Höhle eingekerkert. Das Wasser bringt ihm die Nahrung; im Darm trifft man oft die Schalen von Foraminiferen an.

Ein häufiger Küstenbewohner des Mittelmeers, namentlich auf Seegraswiesen und Sandgründen, wo sich organische Reste finden, ist der kleine, hellgraue Kletterseeigel, Psammechinus microtuberculatus *Blv.* (s. Tafel „Weichtiere I“, 2, bei S. 424). Die Spitzen seiner Stacheln sind dunkelbraun. Nach Baglioni ist er äußerst sauerstoffbedürftig und „negativ geotropisch“, d. h. er wandert der Richtung der Schwerkraft entgegen, dem Wasserspiegel zu. Sein Leben im Aquarium hat Noll anziehend geschildert. Er ist ein gewandter Kletterer, der mittels seiner sehr langen Füßchen mit Vorliebe an baumförmigen Korallen, Polypenstöcken und Tangen hochsteigt. Ganz erstaunlich ist, wie sich der plumpe Körper dabei im Gleichgewicht hält. Selbst an violinsaitenstarken und dazu spiralig gedrehten Korallen vermag er emporzuklimmen. Dabei kann es vorkommen, daß er herunterfällt; er wiederholt dann sofort seine Kletterpartie. Die Diatomeen- und Algenrasen am Glase und auf Steinen grast er beim Kriechen ab; außerdem nimmt er Fleisch toter Tiere. Offene Wandermuscheln (Dreissensia) wurden von Nolls Tieren so gedreht, daß die Seite der Schale, wo der Byssus austritt, an den Mund zu liegen kam, und waren in zwei Stunden völlig leer gefressen; unverletzte Muscheln hingegen vermochte Psammechinus trotz fortgesetzter Versuche nicht zu öffnen. Auch geschabtes Rindfleisch und Brot wird nicht verschmäht. Regungslos sitzt er mit seiner Beute auf einem Fleck. Die Kletterseeigel „maskieren“ sich, indem sie Muschelschalen, Korallen oder Tang „hartnäckig“ mit sich herumschleppen. Ein Tier Nolls beschäftigte sich auch

mit dem im Aquarium schwimmenden Thermometer, mit dem es wie mit einer riesigen Jagdflinte über dem Rücken tagelang herummarschierte. Es handelte sich um ein Männchen, das gelegentlich solche Massen von Sperma produzierte, daß sich das ganze Wasser trübte.

Regelmäßig treibt auch der schöne Dunkelviolette Seeigel mit den weißen Nadelspitzen, den Fig. 2 unserer Farbentafel bei S. 377 darstellt, „Maskerade". Sphaerechinus granularis *Lam.* wurde im Mittelmeer und an der atlantischen Küste Europas und Kanadas nachgewiesen. Meistens steckt er in geringer Tiefe zwischen Steinblöcken und ist deshalb oft schwierig zu fangen. Er ist einer der größten Seeigel des Mittelmeeres; nach Mortensen hat die Schale bis 13 cm Durchmesser. In den Aquarien der zoologischen Stationen hält Sphaerechinus gut aus und wird viel zu Experimenten benutzt. Wie die meisten Seeigel muß er sorgfältig vor längerem Trockenliegen beim Fang bewahrt bleiben, sonst kommt leicht Luft in die Schale und zerreißt die Gewebe.

Das Aufnehmen von Fremdkörpern und den Fang eines Heuschreckenkrebses (Squilla) hat Dohrn geschildert: „Man wird selten ein Exemplar dieses Seeigels im Aquarium finden, das nicht auf der aboralen Seite eine Anzahl von Muschelschalen mittels seiner Fangfüßchen festhielte. Das geht sogar so weit, daß ich mehrfach Sphaerechinus mit so viel Muschelschalen besetzt fand, daß von dem Tiere selbst gar nichts mehr zu sehen war. Bei der Fortbewegung des Tieres wird der Eindruck hervorgerufen, als käme ein Haufen Muscheln näher. Ich habe mehrfach Beobachtungen und Experimente über die Ernährungsweise dieser Seeigel gemacht und habe gefunden, daß sie gefährliche Räuber sind. Am auffallendsten war mir, daß sie besonders gern Squilla mantis fressen. Man sollte meinen, diesem großen Krebs müßte es ein leichtes sein, dem langsam sich bewegenden Echinoderm aus dem Wege zu gehen." Der gefangene Krebs macht große Anstrengungen, um sich loszureißen; denn einem so furchtbaren Feinde gegenüber gibt es kaum eine andere Verteidigung als die Flucht. „Ebenso begreiflich scheint es aber auch, daß der Angreifer sich zu verstecken sucht, und auf diese Tendenz schiebe ich die sonderbare Neigung der Sphärechinen, sich mit Muschelschalen zu bedecken, die sehr viel harmloser aussehen als der Stachelpanzer des gefürchteten Echinoderms". Auch Uexküll hat beobachtet, wie eine Squilla, die mit ihren Fangbeinen nach einem Sphaerechinus geschlagen hatte, nicht mehr los kam. Wesentlich andere Erfahrungen machte Krumbach. Ein Exemplar von Sphaerechinus, das über sechs Jahre in Gefangenschaft war, „benagte unermüdlich, bei Tag und Nacht, was an Algen auf den Kalkfelsen des Beckens wächst. Niemals hat das Tier einen Angriff auf die Mitbewohner des Aquariums gemacht. Fische, Krebse und Muscheln sind immer sicher vor ihm gewesen; nicht einmal für das den Fischen vorgeworfene Fleisch hat es sich interessiert. Ich weiß auch aus Erfahrung, die ich mit unserem Glasbodenboot an freilebenden Seeigeln dieser Art gewann, daß die Kuppen und Hänge der Felsblöcke, auf denen sie kolonieweise leben", mit den für alle felsenbewohnenden Echinoiden charakteristischen Fraßspuren bedeckt sind. „Die Bahn, die das Tier auf seiner Trift beschreibt, ist selten geradlinig. Um festzustellen, ob die Zähne auch die Gesteinsunterlage der Algen angreifen, habe ich den Seeigel auf glatten Platten aus Glas, gebranntem Ton und Kalk arbeiten lassen, die dicht mit Algen besiedelt waren. Glas und der gebrannte Ton erwiesen sich unverletzt; der weiße Kalkstein zeigte Furchen von 0,5 mm Tiefe, und der Marmor war nur eben angeritzt. Tief sind auch die Furchen, die Sphaerechinus in Austernschalen zog. Es ergibt sich aus diesen Ermittelungen, daß der weidende Seeigel mit jeder Kaubewegung auch kleine Furchen in den Felsen gräbt und damit einen Anteil an der Zerstörung des küstennahen Kalkgesteins nimmt".

Bei Sphaerechinus sind wir besonders durch Uexküll auch gut über die Arbeit der verschiedenen Pedizellarien unterrichtet worden. Wird ein Seeigel von seinem grimmigsten Feinde, dem Seestern, angegriffen, so schlagen die Stacheln auseinander, und die großen Giftzangen treten in Tätigkeit. Gleichzeitig versucht er zu fliehen. Der Biß einiger Pedizellarien kann den Seeigel retten und den Seestern veranlassen, sich zurückzuziehen. Gegen mehrere Seesterne unterliegt er hingegen immer; denn die Giftzangen, die einmal gebissen haben, reißen ab, und so erschöpft der Seeigel seine beste Waffe mehr und mehr. Das Gift der Pedizellarien ist äußerst wirksam; Einspritzungen des Extrakts von 20 Giftzangen genügen nach Kayalof, um Krabben, Eidechsen und kleine Fische zu töten.

Alle bisher betrachteten Seeigel (Regularia) sind streng radiär gebaut; Mund und After liegen an den beiden Körperpolen. Bei einer Reihe von Familien (Irregularia), zu denen auch häufige Arten unserer Küsten gehören, ist der After aber im Laufe der Stammesgeschichte in einem Interradius (Pfeil in der Abbildung auf S. 361), dessen Geschlechtsdrüse und -platte dabei verschwunden sind, nach „hinten" gerückt. Der Mund bleibt entweder in der Mitte oder rückt nach „vorn". Dadurch wird aus der ursprünglich fünfstrahligen Symmetrie eine zweistrahlige.



Sanddollar, Echinarachnius parma *Lam.*, von oben. Natürliche Größe.

Beim Zwergigel, Echinocyamus pusillus *Müll.*, dem kleinsten Seeigel der europäischen Meere, liegt der After auf der Unterseite der etwas abgeflachten, ovalen Schale zwischen Mund und Hinterrand (s. die Abb. S. 372). Die Art ist sehr häufig im Magen von Grundfischen gefunden worden (Smith) und lebt vorwiegend auf Sandboden vom nördlichen Norwegen bis Marokko und dringt selbst in die salzarme Ostsee vor. Im Golf von Neapel war Echinocyamus vor dem großen Vesuvausbruch 1906 eine der gemeinsten Arten, ist aber durch den Aschenregen in Massen abgestorben und seitdem dort, nach Lo Bianco, recht selten geworden.

Besser als bei diesem Miniaturschildigel lassen sich einige bezeichnende Züge für den Bau der „Irregulären" beim Sanddollar, Echinarachnius parma *Lam.*, erkennen, einem fast wie eine Münze flachen, braunroten Geschöpf, das an den Küsten Nordamerikas von Labrador bis New Jersey und von der Beringstraße bis Vancouver häufig ist, aber auch bei Japan und, nach Agassiz, in der Südsee gefunden wird. Als Bestandteil der Nahrung wichtiger Nutzfische, wie des Kabeljau und verschiedener Plattfische, hat auch dieser Seeigel eine gewisse wirtschaftliche Bedeutung. Sein Durchmesser erreicht bei einer Höhe von nur 12 mm annähernd 8 cm. Während der mit vereinfachtem Kauapparat versehene Mund in der Mitte der Unterseite liegt, öffnet sich der After in einem Einschnitt bei mittelgroßen Tieren am Hinterrand der Scheibe (s. die obenstehende Abb.), bei jungen auf der Ober- und bei alten Stücken auf der Unterseite nahe dem Hinterrand. Die ganze Schale bedeckt ei

samtartiger Filz zarter Stacheln. Zwischen ihnen sitzen zweiklappige Pedizellarien (s. Abb. S. 336). Die bewimperten Stacheln der Oberseite erzeugen einen Wirbel und führen so dauernd frisches Wasser den breiten flachen Kiemenfüßchen zu, die auf der Oberseite in fünf Paar Radialreihen besonders gestalteter Kalkplatten austreten. Sie geben dem Tier das Bild einer fünfblätterigen geöffneten Blüte, heißen daher auch „Blumenblätter" (Petaloide). Auf der Unterseite finden sich Füßchen nur in fünf radialen Rinnen, die vom Mund aus zum Rand laufen. Der Sanddollar lebt halb eingegraben im Grund; seine flache Form schützt ihn davor, durch das Wasser herumgeworfen zu werden. Die Bewegungen sind sehr langsam und träge.



Pourtalesia laguncula *Ag.* Aus Doflein, „Ostasienfahrt", Leipzig und Berlin 1906.

Die merkwürdigsten Formen unter den Irregulären sind die Pourtalesien. Sie leben in den Tiefen aller Ozeane, sind langgestreckt oder flaschenförmig und ähneln den Holothurien. Der Mund ist im mittleren Radius der Unterseite weit nach vorn gerückt, und der After liegt an einem halsartigen Fortsatz des Körpers. Als Formen des stillen Tiefenwassers sind sie äußerst feinschalig und kommen selten unbeschädigt aus dem Grundnetz. Pourtalesia laguncula *Ag.* (s. Abb.) wurde von Doflein in der Sagamibai schon in 100—200 m Tiefe angetroffen, ist sonst aber nur aus den größten Tiefen des Stillen und Indischen Ozeans bekannt.



Schale eines irregulären Seeigels aus der Verwandtschaft des Herzigels Spatangus: Brysopsis lyrifera *Forb.* a) Apikalseite mit After Af, b) Oralseite mit Mund. Aus Claus-Grobben, „Lehrbuch der Zoologie", Marburg.

An den Küsten Europas gehören die meisten irregulär gewordenen Seeigel zur Familie der Herzigel (Spatangiden). Es sind im Sand lebende Formen mit flacher Unter- und gewölbter Oberseite. Der „vordere" Radius ist tief in den gerundeten Vorderrand eingebuchtet, das Hinterende zugespitzt; so ergibt sich die Herzform. Der Mund befindet sich etwa in der Hälfte zwischen der Mitte der Unterseite und dem vorderen Panzerrand in einer tiefen Grube, die von einer scharfen, etwas über die Unterfläche erhabenen „Unterlippe" abgegrenzt ist; der After liegt am Hinterrande. Auf der Oberseite sind Petaloide nur in vier Radien ausgebildet; in dem vorderen, rinnenartig ausgehöhlten Radius treten

kleine Kiemenfüßchen durch. Eigentümlich sind schmale parallele Bänder, die bei den einzelnen Gattungen in verschiedener Anordnung um die Petaloide, um den After usw. ziehen. Diese „Fasziolen" tragen einen samtigen Überzug aus kleinen, umgebildeten Stacheln (Clavulae) mit an Sinneszellen reichen Köpfchen, die Atemwasser und Nahrung prüfen und Wasser für die Kiemenfüßchen herbeistrudeln. Am besten vergegenwärtigen wir uns diese Verhältnisse an der unteren Abbildung auf Seite 371.

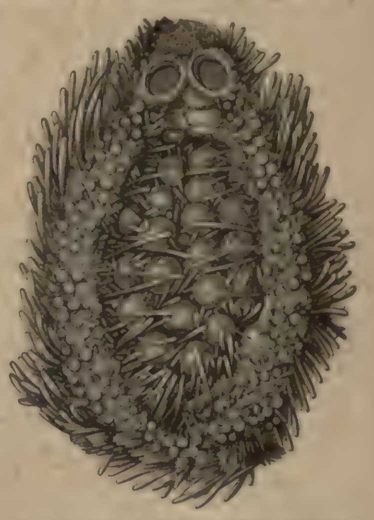
An unseren Küsten ist der Herzigel, das beinahe kosmopolitische Echinocardium cordatum *Penn.*, stellenweise sehr häufig (vgl. die untenstehende Abb. des nahe verwandten Schizaster). Seinen Körper, der nach hinten zu höher wird, überzieht ein dichter Pelz weißlichgelber Stachelborsten. „Bringt man", schreibt Uexküll, „einen frischen, aus dem Sande geholten Herzigel in eine Glasschale mit Seewasser, so bietet sich unseren Blicken ein allerliebstes Schauspiel dar. Das kleine Tierchen gleicht in Größe und Farbe einem weißen Mäuschen." Die langen, weißen Borsten liegen dicht den beiden Seiten an und sind auf das peinlichste von vorne nach hinten gekämmt. Ist das Tierchen in der Glasschale eine Zeitlang dem Tageslicht ausgesetzt worden, so beginnt der ganze Wald dieser feinen Borsten sich zu regen. Erst zeigen sich einige flache Wellen, die das weiße, wohlgekämmte Haar der Seitenflächen zu kräuseln beginnen. Dann setzt der ganze Borstenwald mit einer exakten rhythmischen Wellenbewegung ein, die unser Auge ebenso durch ihre Gesetzmäßigkeit wie Zierlichkeit erfreut. Er bietet den Anblick eines vom Wind bewegten Kornfeldes dar. „Setzt man einen frischen Seeigel unter Seewasser auf feinen Sand, so sieht man binnen kurzem rechts und links von ihm einen kleinen Sandwall entstehen, der durch die Stacheln der Unterseite aufgeworfen wird. Die immer höher werdenden Seitenwälle werden von den Stacheln an beiden Seiten des Tieres derart weiter verarbeitet, daß der Sand an der Innenseite des Walles niederfällt. Der Sandwall wird dadurch immer höher und breiter, zugleich verschwindet das Tier langsam im Sande." Wird der Herzigel von der Sonne beschienen, sucht er schneller unter den Sand zu kommen, als wenn er sich in einem verdunkelten Bassin befindet. Nur ein enger Atemkamin, der aus zusammengeklebten Sandkörnern besteht, stetiger Säuberung und Reparatur bedarf, ermöglicht dem Seewasser Zutritt zur Höhle des Tieres. Mit feinen Organen, den sogenannten Pinselfüßchen, bessert der Herzigel seinen Kamin aus, indem er ihn mit frischem Klebstoff bestreicht; so bleiben die Atemorgane in dauernder Verbindung mit dem Wasser.



Schale des Herzigels Schizaster canaliferus *Lam.* Der After ist auf die Oralseite gerückt. Natürliche Größe. o Mund, p Poren für die Ambulakralfüßchen, A After.

Um zu fressen, rückt der Seeigel mit Hilfe der kräftigen Gehstacheln hinter dem Mund weiter. Früher nahm man an, er brauche den Sand bloß mit der „Unterlippe" wie mit einem Pflug aufzuwühlen und bekäme dadurch sein Futter mit dem Sandballast in den Mund. Wie Gandolfi-Hornyold in Bergen bei naheverwandten Spatangiden beobachtete, stellt das Tier aber beim Weiterkriechen die Gehstachel vertikal, so daß die Unterlippe den Grund niemals berührt. Während seiner Freßwanderungen baut sich der Herzigel auch einen wagerechten Kanal, der ebenfalls von den Pinselfüßchen gereinigt und ausgebessert wird. Dank dieser Horizontalkanäle können die Tiere, die in großen Herden nahe beieinander

leben, in direkte Verbindung treten. Die beiden Kamine halten den alleinigen Zugang zur Außenwelt offen; im übrigen sind die Herzigel gezwungen, als lebendig begrabene Einsiedler ihr Dasein zu verbringen. Der Fang von Echinocardium findet in Berck-sur-Mer auf die einfachste Weise statt. Man begibt sich bei tiefer Ebbe auf die äußerste Seite der Düne und gräbt die Herzigel wie Kartoffeln aus dem Boden. Das Trockenlaufen der Düne wird für sie verhängnisvoll. Kleine kreisrunde Vertiefungen zeigen dem geübten Auge die Eingänge der Atemkamine an. Dort befinden sich die Herzigel auch jetzt noch, aber sie sind auf der Wanderung an die Oberfläche begriffen, weil sie des Atemwassers beraubt sind; denn die zurückflutenden Wellen wühlen den Sand auf und verstopfen die Atemkamine. Kommen sie noch während der Ebbe der Oberfläche zu nahe, so fallen sie den Wogen der nächsten Flut zum Opfer. Am Strande bilden ihre bleichenden Schalen, stellenweise zu Tausenden zusammenliegend, einen breiten, weißen Saum.


Hemiaster cavernosus *Phil.* mit Jungen in der Bruttasche. Vergrößert 5:1. Nach Wyville-Thomson.

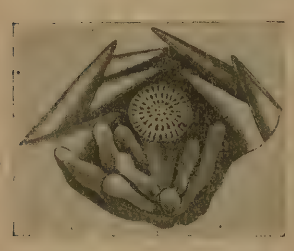
Bei Echinocardium, wie bei den allermeisten Spatangiden, entwickeln sich die Eier im freien Wasser zu Pluteus-Larven mit langen Schwebborsten; die von E. cordatum treten im nördlichen Atlantik von Juni bis September im Plankton auf. Ausnahmsweise kommt auch Brutpflege in dieser Familie vor. Bei den Kerguelen im Antarktischen Meer lebt in mittleren Tiefen Hemiaster cavernosus *Phil.* Seine fast 1 mm großen Eier gelangen aus den Geschlechtsöffnungen direkt in die beiden hinteren vertieften Ambulakralfurchen, die von Randstacheln überdeckt werden. In diesem Brutraum durchlaufen sie ihre Entwickelung. Mortensen hat darin bisweilen Eier und Junge gleichzeitig angetroffen. Die Jungen bieten ein besonderes Interesse; sie zeigen noch viele Anklänge an den Bau der regulären Seeigel, von denen die Irregulären herstammen. Zwischen den Stacheln, besonders in der Mundgegend, finden sich bei Hemiaster regelmäßig auch kleine Muscheln (Lepton parasiticum *Dall*), die mit ihm die Nahrung teilen.

Dritte Klasse:

Seesterne (Asteroidea).

Beim Seestern ist der scheibenförmige Körper meist in fünf breite „Arme" ausgezogen. Die Mundseite ist Unterseite; auf ihr stehen in den fünf Ambulakralfurchen in der Mittellinie der Arme die Füßchen. Das Skelett ist viel geringer ausgebildet als bei den Seeigeln und besteht nur aus einem Maschenwerk verschieden geformter Kalktafeln in der biegsamen Haut der Oberseite. Eine Doppelreihe wirbelartig miteinander verbundener Kalkstücke, an die sich Plattenreihen am Rand der Arme anschließen können, überdacht die Ambulakralfurchen. Aus der Haut der Oberseite erheben sich zahlreiche zartwandige und gelappte Auswüchse, „Papulae", Ausstülpungen der Leibeshöhle, die sich einziehen können und als Kiemen dienen. Kurze Stacheln in ihrer Umgebung sorgen durch ihren Flimmerschlag für

ständige Erneuerung des Wassers. Im Nebenamt besorgen auch die Füßchen die Atmung, vor allem dienen sie aber der Fortbewegung. Für das Reinhalten des Körpers sind zweiklappige Pedizellarien da (s. Abb. S. 336). Stacheln treten in verschiedener Form in der Haut der Seesterne auf: kräftige, durch eigene Muskulatur bewegliche Nadeln auf Gelenkhöckern wie bei den Seeigeln, einfache Dornen, die auch zu dichten Bündeln vereinigt auf kleinen Säulchen stehen können („Paxillen"), außerdem einfache Kalkschuppen und -körper, die die Haut mancher Arten gekörnelt erscheinen lassen. Die sogenannten „kribriformen Organe" sind durch Kalkstacheln gestützte Falten der Haut mit Wimperüberzug. Der Mund entbehrt eines Kauapparats und führt in den kurzen Schlund, der sich zu einem geräumigen Magen erweitert. Von ihm entspringen fünf (sind mehr Arme vorhanden, entsprechend mehr) sich sofort gabelnde Blindschläuche, die in die Arme fast bis zur Spitze vordringen. In diesen langen, seitlich zahlreich ausgezackten Organen wird die im Magen verdaute Nahrung resorbiert; auch der kurze Enddarm neigt zur Blinddarmbildung. Um Beute zu ergreifen, wird bei Arten mit kleinem Mund der muskulöse Magen durch Kontraktion der Körpermuskulatur nach außen gestülpt. Gröbere Futterreste werden auf demselben Wege wieder entleert. Der After nahe der Mitte der Oberseite ist dafür zu klein; bei manchen fehlt er überhaupt. Am Wassergefäßring, von dem fünf Radiärkanäle zur Versorgung der Ambulakralfüßchen ausstrahlen, sitzen Polische Blasen (s. S. 336) in wechselnder Zahl; außerdem sind an jedem Interradius zwei Tiedemannsche Körperchen vorhanden, kurze Röhrensysteme, in denen sich die amöboiden Wanderzellen (S. 337) bilden. Nervenzellen und -fasern sind meist noch epithelartig in Gestalt einer nervösen Schicht ausgebildet, die sich im Nervenring und den davon ausgehenden fünf Radiärstämmen allerdings derart verdichten kann, daß sie mit bloßem Auge als „Nerven" erkannt werden können. Als Sinnesorgane wirken im Nebenamt die zahlreichen, reich mit Nervenenden und Sinneszellen ausgestatteten Füßchen, besonders ihre Saugscheiben, namentlich aber die fünf Endtentakel, die in erster Linie der Aufnahme chemischer Reize („Geruch" und „Geschmack") dienen. Sie können wie die Füßchen hin und her tasten, ausgestreckt und eingezogen werden. An ihrer Basis finden sich ferner pol sterförmige rote Erhebungen von Sinneszellen, die Lichtsinnesorgane, „Augen", darstellen. Lichtreizbare „Stäbchen" am Ende sogenannter „Netzhautzellen" ragen in einen Augenbecher hinein, der nach rückwärts durch rotes Pigment optisch isoliert ist, so daß dadurc nicht nur ein allgemeiner Lichteindruck, sondern auch ein Sehen der Richtung, aus der Lich kommt, möglich ist. Durch eine Sammellinse kann die Menge des aufzunehmenden Lichte noch vermehrt werden (s. die obenstehende Abbildung).



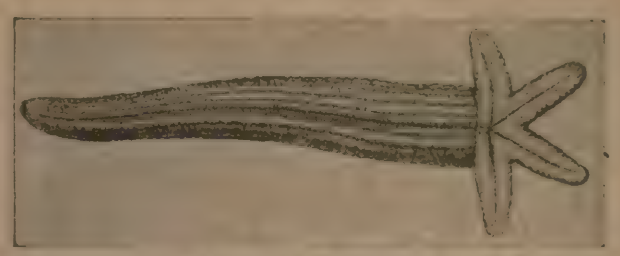
Armende mit dem von Stacheln umstellten „Auge" von Astropecten aurantiacus *L.* Nach E. Haeckel aus Claus-Grobben, „Lehrbuch der Zoologie", Marburg.

Eier und Samen entstehen in fünf Paar Geschlechtsdrüsen in den Armwinkeln der ge trennt geschlechtlichen Tiere; die Befruchtung erfolgt im Wasser. Die typische Larvenforn ist die „Bipinnaria" (Abb., S. 338, A), die der Auricularia der Holothurien ähnelt; bilden si an ihrem Vorderende noch Fortsätze mit Haftpapillen aus, so entsteht eine „Brachiolaria genannte Larve; durch Brutpflege kann die Entwickelung abgeändert werden. Auch eine A ungeschlechtlicher Vermehrung trifft man zuweilen an. Scheinbar ohne Grund werde manchmal Arme abgeworfen, an deren breiter Bruchfläche dann eine neue Scheibe und vi kleine Arme hervorsprossen. Solche „Kometenformen" (Abb., S. 375) wachsen zu norm

gestalteten Seesternen aus, denn die hohe Regenerationsfähigkeit ermöglicht den Asteroiden nicht nur verlorengegangene Arme, sondern auch Teile der Scheibe zu ersetzen. Bei einigen Arten kommt sogar Autotomie vor. Wird ein Arm festgehalten, so lassen sie ihn einfach liegen und kriechen weiter. Auch Parasiten (z. B. Myzostomiden, S. 293) können veranlassen, daß ein Seestern „freiwillig" einen Teil seines Körpers verabschiedet.

Die Seesterne sind eine der ältesten Tiergruppen, deren Reste bis ins Kambrium zurückreichen. Heute kommen sie in allen Meeren vor, vom Eismeer bis zum Äquator, von der Strandlinie bis zu 5000 m Tiefe. Die Mehrzahl leuchtet in den prächtigsten Farben. Die Unterseite ist meist heller als der Rücken; oft entstehen durch anders gefärbte Streifen und Flecken lebhafte Muster. Die schönste Färbung zeigen die Seesterne der Tropen, namentlich die der Korallgärten; aber auch die Asteroiden unserer Meere sind im Leben schöne Tiere, die im Seeaquarium die Augen des Beschauers immer wieder auf sich lenken.

Unter den häufigsten Seesternen des Mittelmeeres, die Ludwig in seiner großen Monographie beschreibt, nimmt der **Kammseestern**, Astropecten aurantiacus *L.*, nach seinem Körperbau eine Sonderstellung ein (s. Tafel „Stachelhäuter", 5, bei S. 355). Seine Füßchen haben keine Haftscheiben und können sich deshalb nicht ansaugen; auch fehlt ihm der After. Er ist einer der stattlichsten Seesterne überhaupt. Seine fünf großen, flachen und spitz zulaufenden Arme können ⅓ m lang werden; ihre Kanten und Winkel sind mit großen, stacheltragenden Platten eingefaßt. Der Rücken ist bis auf die Madreporenplatte gleichmäßig mit Paxillen (s. S. 374) gepflastert. Dunkel- bis orangegelb gefärbt sind die Randplatten und zahlreiche Paxillen um die Scheibenmitte und auf Längs- und Querlinien der Arme. Die meisten Paxillen sind aber scharlachrot. Die Art findet sich nur im Mittelmeer und im Atlantik nahe der Straße von Gibraltar auf Sandgrund. Meist gräbt sie sich fast ganz in den Boden ein und nährt sich von Muscheln. Die Füßchen dienen den phlegmatischen Tieren weniger zur Fortbewegung als vielmehr zum Graben. Wie Mangold beobachtete, werden die Füßchen hierbei seitlich auseinandergeschlagen. So wird der Sand allmählich unter den Armen ausgehöhlt und aufgeworfen. Sind die Sandwälle über dem Rücken des tiefer grabenden Seesterns eingebrochen, so sieht man nur noch ein sternförmiges Relief, das ihn verrät. Das Eingraben entzieht den Seestern jeder Störung und Beunruhigung. Auch nach oder bei dem Fressen zieht er sich zurück; sein Rücken ist dann prall aufgewölbt und ragt etwas über den Sand hervor.



„Kometenform" eines Seesterns (Ophidiaster arenatus *Lam.*). Ein abgelöster Arm hat angefangen, die Scheibe mit den fehlenden vier Armen zu regenerieren. Nach E. Haeckel aus Boas, „Lehrbuch der Zoologie". (Zu S. 374.)

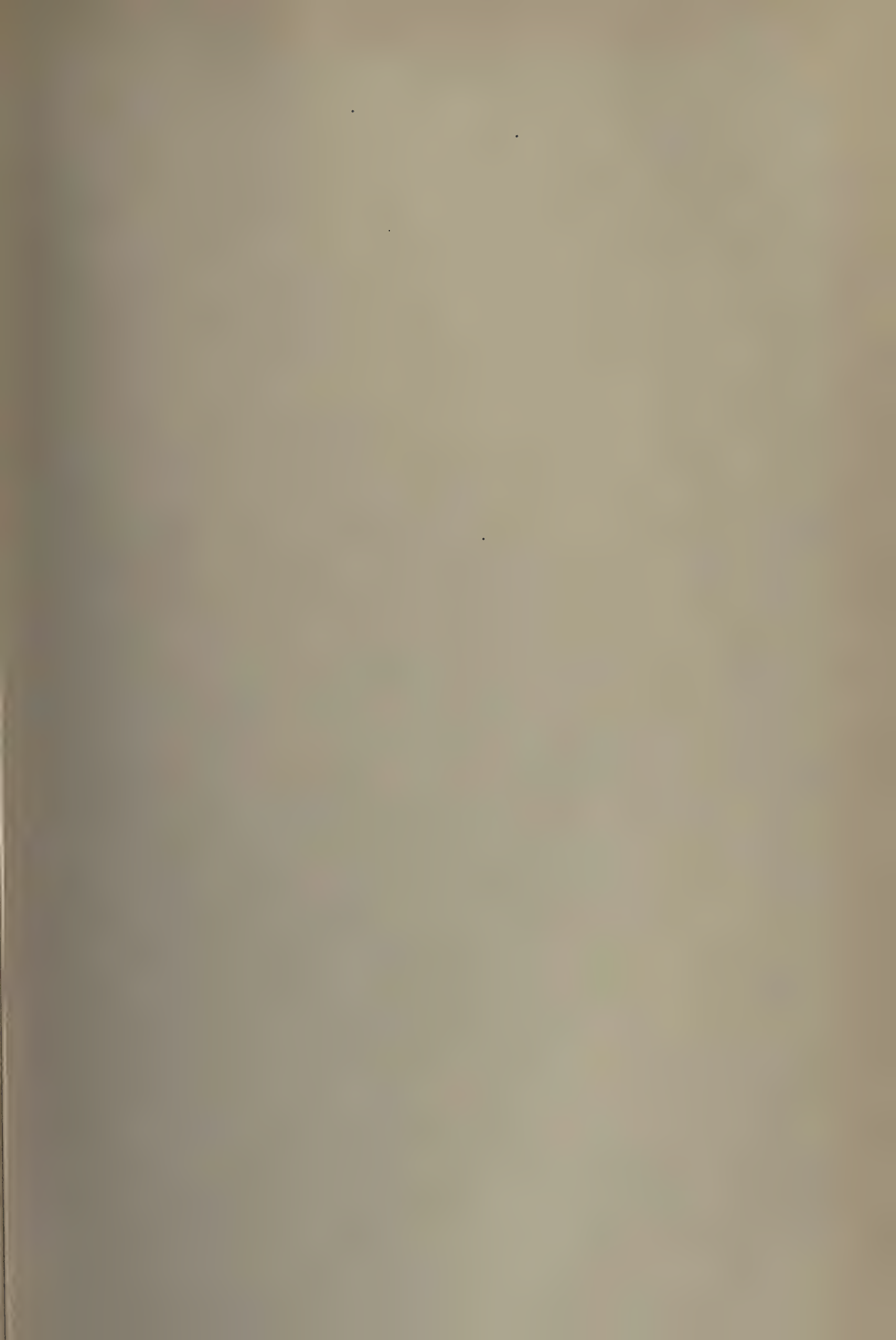
Ein eingegrabener Astropecten läßt sich im Aquarium leicht durch Futter herauslocken. Indem er mehrere seiner Arme gleichzeitig nach oben krümmt, schüttelt er den Sand ab und schafft sich wieder Bewegungsfreiheit. Trotz des Mangels der Saugscheiben kann er mit den Füßchen, die wie Stelzen benutzt werden, rasch marschieren. So legt der Kammseestern eine Strecke von ½ m in einer Minute zurück; sogar an der Luft, wo man eine Gebrauchsfähigkeit der Füßchen nicht für möglich halten sollte, kommt er noch einige

Zentimeter in der gleichen Zeit vorwärts. An senkrechten Flächen zu klettern, fällt ihm hingegen sehr schwer. Nach Preyer begnügt sich Astropecten damit, auf zwei Armen stehend schräg an der Wand zu lehnen. Dort haftet er jedoch nur sehr lose, während sich Seesterne mit Saugscheiben häufig bei gewaltsamer Entfernung die Füßchen abreißen lassen. Werden solche Asteroiden (auch ihre abgeschnittenen Arme) auf den Rücken gelegt, wenden sie sich mit Hilfe der Füßchen um. Astropecten hingegen, dem Saugscheiben fehlen, hebt sich auf die Spitzen von drei oder vier Armen; zwei davon werden darauf untergeschlagen und die übrigen oben herumgeworfen. In etwa fünf Minuten liegt er wieder auf der Mundseite. Erlaubt es das Terrain, so wendet er aber auch die gewöhnliche Methode der Seesterne, sich umzudrehen, an; die sich lebhaft bewegenden „suchenden" Füßchen von zwei oder drei Armspitzen heften sich am Boden fest und ziehen die Arme mehr und mehr herum, bis sich der Körper hebt und einen Purzelbaum schlägt.

Bei der Nahrungsaufnahme stülpt Astropecten den Magen nicht aus wie andere Seesterne. Der große Mund läßt gehörige Brocken passieren, und der Magen ist unglaublich erweiterungsfähig. Hamann zählte einmal in einem Kammstern zehn Pecten, sechs Tellina, etliche Conus und fünf Dentalium. Die leeren Schalen werden ausgespien, da der After fehlt; übrigens wird er auch dort, wo er noch vorhanden ist, oft nicht mehr benutzt. Im Leipziger Seeaquarium lebte ein Exemplar dieser Art bei Pfahlmuschelkost fast zwei Jahre.

Auch unsere Nordsee hat ihren Astropecten (A. irregularis *Linck;* s. Taf. „Stachelhäuter", 7, bei S. 355), einen fleischroten Seestern von meist 10 cm Durchmesser; größere Exemplare sind selten. Durchs Kattegat dringt er auch in die Ostsee bis südlich von Alsen vor; Cuénot beobachtete ihn bei Arcachon an der Westküste Frankreichs. Die Nahrung dieses Seesterns besteht aus Weichtieren, Seeigeln, See- und Schlangensternen. Auch er entwickelt ungeheuren Appetit. Eichelbaum fand in einem Magen außer Schalenresten 19 Muscheln.

Der Behandlung der Seesterne mit wohlausgebildeten Füßchen muß der systematischen Stellung halber die der kleinen Asterina gibbosa *Penn.* vorangehen. Das muntere Geschöpf, das immer, wenn auch langsam, herumkriecht, ist trüb olivgrün gefärbt; junge Tiere sind ziegel- bis braunrot. Es bewohnt das westliche Mittelmeer und den Atlantik von den Kanaren bis Irland. Asterina findet sich bei Ebbe regelmäßig in den zurückgebliebenen Wasserpfützen am Ufer, liebt felsigen Grund, ist aber auch auf Seegraswiesen anzutreffen. Schnecken bilden die wichtigste Nahrung. Sehr eigenartig sind die Fortpflanzungsverhältnisse. Sie ist einer der wenigen Seesterne, die Zwitter sind. Die Keimdrüsen liefern zuerst Samen, dann Eier. Die zeitliche Trennung der Geschlechter kann an verschiedenen Plätzen aber variieren. So fand Ludwig in Neapel alle Übergänge zwischen rein männlichen und rein weiblichen Tieren. Die gelben, ½ mm messenden Eierchen werden in kleinen Gruppen dicht nebeneinander auf Steine geklebt und durchlaufen eine abgekürzte Entwicklung. Am vierten Tage schlüpft aus ihnen eine Larve, die mit einem großen, zweilappigen Larvenorgan kriecht oder schwimmt, und schon am elften Tage ist (in Neapel) der junge Seestern fertig. Selbstverstümmelung tritt bei Asterina nie auf. Die Tiere meiden das grelle Sonnenlicht, aber auch den tiefen Schatten, und lieben den Lichtverhältnissen ihres gewöhnlichen Aufenthaltes entsprechend helles Tageslicht. Je nach der Stärke der Beleuchtung werden sie also das Licht suchen oder fliehen (Mangold). Sie werden dabei durch die Lichtempfindlichkeit der Haut geleitet. Ihre Vorliebe für sauerstoffreiches Wasser treibt sie im Aquarium auch in der Dunkelheit oft bis über den Wasserspiegel hinaus.



3

1

2

4



Ein ganz sonderbarer Gesell ist eine zweite Asterinide, Palmipes membranaceus *Linck.* Er ist sehr dünn und durchscheinend. Dabei ist er, wie man ihn in Weingeist meist zu sehen bekommt, nicht einmal ein richtiger Stern, sondern ein Fünfeck, dessen Seiten schwach eingebuchtet sind. Im Leben ist das Tier oben schön scharlachrot, unten fast reinweiß mit roter Einfassung am Außenrand; die fünf radiären Armfurchen zeigen zartbraune Tönung. In der Mitte ist der Körper höchstens 1 cm stark, gegen den Rand zu wird er papierdünn. Das Tier kommt im Mittelmeer sowie an den atlantischen Küsten Europas vor, in der Nordsee nur an der schottischen Küste. Gewöhnlich gerät Palmipes in 20—100 m Tiefe ins Grundnetz, ist aber, nach Marenzeller, im Mittelmeer auch schon zwischen 400 und 600 m Tiefe angetroffen worden. Bauer fand ihn vorwiegend auf feinem Sandboden und glaubt, daß dieser Untergrund seine eigentliche Heimat ist, die er nur ausnahmsweise verläßt. Seines zarten Baues wegen ist er stärkerer Wasserbewegung gegenüber widerstandslos. Wie viele Asteroiden kann er sich eingraben. Hierbei wird er erst richtig „Seestern". Kommt ein frischgefangenes Tier, das zunächst als Fünfeck im Aquarium herumkriecht, auf dem Sandboden zur Ruhe, dann fangen die Felder zwischen den Armen an, sich einzuziehen, und es entsteht ein schlankarmiger, fünfstrahliger Stern. Eine leichte Berührung genügt aber, daß sich Palmipes wieder zum Fünfeck ausbreitet. Trotz der Fähigkeit, sich in einen Stern zu verwandeln, gräbt er im Vergleich zu Astropecten langsam und ungeschickt. Auch beim Überwinden von Hindernissen verschmälern sich die Arme.

Ein ähnliches Kolorit wie Palmipes, doch noch brennender, besitzt der Purpurstern, Echinaster sepositus *Lam.* (s. die beigeheftete Farbentafel, Fig. 3). Seine fünf dicken, runden Arme überzieht eine weiche, drüsenreiche Haut gleichmäßig bis zu den Ambulakralfurchen, in denen durchsichtig rötliche Füßchen stehen. Nimmt man das Tier in die Hand, dann schließen sich die Furchen völlig über den eingezogenen Füßchen, und die Stacheln ihrer Ränder greifen ineinander. Der Purpurstern gehört dem westlichen Mittelmeer, einschließlich der Adria, und dem mittleren Nordatlantik an. Seine knallrote Farbe, die sich in Süßwasser und Alkohol sofort löst, soll nach der Annahme einiger Forscher eine Schreckfarbe sein; doch fand Nick die Art im Hafen von Portofino öfters auch auf leuchtendroten Algenkrusten in geringer Tiefe und übersah sie anfangs häufig. Der Gedanke an eine Schutzfärbung liegt hier nahe; freilich hebt sich das Tier sonst stark von der Unterlage ab. Grimpe pflegte sieben dieser schönen Tiere in Leipzig über 18 Monate lang.

Sehr viel matter in den Tönen ist die farbenschönste Art der Nordsee, der Sonnenstern, Solaster papposus *L.* (s. Tafel „Krebse II", 7, bei S. 677). Er ist kräftig dunkelbraunrot, die Scheibe zeigt hellgelbe Flecken und die kurzen Arme gelbe Bänderung. Die Arme sind nicht, wie gewöhnlich, in der Fünfzahl vorhanden, sondern 12—15, meist 13, stehen um die Scheibe. Er ist auf sandigem und steinigem Boden häufig, kommt aber auch auf Schlick vor und verträgt erhebliche Schwankungen von Temperatur und Salzgehalt. Die rein nordische Art lebt rings um den Pol an den Nordküsten der Alten und Neuen Welt. Bei Helgoland ist sie in tieferem Wasser sehr gemein. In der Ostsee dringt sie bis zur Insel Fehmarn vor. Eier und Larven, die Ende des Winters produziert werden, sind leuchtend orangerot und undurchsichtig (Hartlaub). Die Nahrung des Sonnensterns bilden kleinere Echinodermen, vor allem junge Seesterne (Eichelbaum). Mit den letztgenannten Seesternen näher verwandt ist auch der bunte, 25armige Heliaster helianthus *Lam.* im Stillen Ozean.

Asterias glacialis *L.*, den Fig. 4 unserer Farbentafel in dem Augenblick darstellt, in dem er einen Sphaerechinus attackiert, ist einer der stattlichsten Seesterne. Er spannt

gewöhnlich 35—60 cm; bei einem von Couch beschriebenen Riesenexemplar maß der längste der fünf Arme allein 35,6 cm und hatte an der Scheibe einen Durchmesser von 51 mm. Die Art ist an den Küsten der Mittelmeerländer und Westeuropas weit verbreitet. Im Norden findet sie sich vom Skagerrak bis Finnmarken, fehlt aber an der deutschen Küste und bevorzugt Stein- und kiesigen Sandboden. Die Färbung ist sehr verschieden, vom hellen Gelb- zum Rotbraun mit violettem oder rosenrotem Anflug und vom hellen Grau- zum tiefen Dunkelgrün. Bei Neapel treten die bräunliche und die grünliche Form als zwei ausgesprochene Varietäten auf, von denen die grüne größere Helligkeit und flacheres Wasser vorzieht. Man kann sie an den Uferfelsen zwischen Algen oft schwer entdecken. Gelegentlich sitzt sie dicht unter dem Wasserspiegel, verläßt ihr Element aber nicht. Die braune Form lebt in tieferen Schichten. — Was bei diesem Seestern auf den ersten Blick auffällt, sind die zahlreichen kleinen Buckel, auf denen die Stacheln der Rückenseite zu sitzen scheinen (s. Tafel „Stachelhäuter", 4, bei S. 355). Bei näherem Zusehen erweisen sie sich als Büschel von Pedizellarien, die um den Grund der Stacheln herum angeordnet sind. Jedes dieser Pakete enthält über 400 Zangen; das ganze Tier verfügt über nicht weniger als eine Viertelmillion.

Die Hauptnahrung des Seesterns sind größere Beutestücke, Fische, Krebse, Seeigel und vor allem Schnecken und Muscheln. Der Schaden, der durch dieses Raubtier auf den Austernbänken von Konnektikut angerichtet wurde, betrug im Jahre 1888: 631500 Dollars. Selbst große Muscheln, die wie die Auster ihre Schale fest schließen können, vermag es zu öffnen; nicht, wie man früher annahm, durch Vergiftung mittels eines lähmenden Saftes oder durch Ersticken, sondern, so unglaublich es klingt, indem die Schalen mit Gewalt auseinandergerissen werden. Ein hungriger Asterias packt eine hohe Muschel, etwa eine Venus, mit den Armen, deren breite Teile sich wie ein Berg über der Beute wölben, während die Armenden sich am Boden anheften. Durch die Tätigkeit der Füßchen wird die Muschel so unter den Mund gebracht, daß sich deren Schalenränder ihm zukehren. Die Saugfüßchen heften sich an und ziehen die Schalenhälften auseinander. Durch passende Versuchsanordnung konnte Schiemenz zeigen, daß die Kraft, die dabei angewandt wird, außerordentlich groß ist. Wird ein ihr entsprechender Zug auf die Venus-Schalen längere Zeit ausgeübt, so klappen sie schließlich auf. Asterias braucht etwa 15 Minuten, um eine größere Muschel zu öffnen. Sobald die Schale klafft, wird der Magen ausgestülpt und sackartig über die Weichteile des Opfers gelegt. Diese werden außerkörperlich zersetzt und völlig verdaut, d. h. die Fermente werden auf das Beutetier abgeschieden, und die in ihnen gelöste Nahrung wird darauf eingesogen. Eine Venus wird so in 8½, eine mittelgroße Auster schon in 4 Stunden überwältigt. Auch Seeigel werden von Asterias in ihrer eigenen Schale verdaut. Lo Bianco sah, wie zwei dieser Räuber einen ziemlich großen Sphaerechinus (S. 369) gleichzeitig anfielen. Der eine stülpte seinen Magen zwischen den Stacheln an und verdaute die Haut samt der Stachelmuskulatur; der andere legte auch erst eine Straße auf der Igelhaut frei, geriet dabei auf die weiche Mundscheibe, löste sie auf, schob seinen Magen dann in das Innere und leerte die Schale fein säuberlich aus.

Besonders ausgebildet ist bei Asterias das Vermögen, sich durch Abwerfen der Arme selbst zu verstümmeln. Preyer hielt ein Tier auf der Hand, ohne es zu drücken; es kroch weiter und ließ dabei „ruhig" einen Arm zurück. Unter dem Einfluß schlechter Lebensbedingungen werden oft alle fünf Arme abgeworfen. Für das Aquarium des Binnenlandes eignet sich daher diese Art weniger; häufig stößt sie schon während des Transports die Arme ab.

An unseren deutschen Küsten vertritt Asterias (Asteracanthion) rubens *L.*, d

Gemeine Seestern, die Gattung (s. die Tafel „Stachelhäuter", 6, bei S. 355). Die rein ostatlantische Art geht nicht ins Mittelmeer, aber um das Nordkap herum bis ins Weiße Meer. Dieser jedem Badegast wohlbekannte Seestern ist in der Nordsee in den verschiedensten Farbtönen (violett, rötlich oder braun) bei Ebbe in Strandpfützen und an den Buhnen allenthalben in großer Menge zu finden. In der Ostsee dringt er bis zu Rügens Westküste vor, tritt in einzelnen Exemplaren aber auch weiter östlich, z. B. bei Kolberg (Grimpe), auf. Asterias rubens erreicht einen Durchmesser von 30 cm, lebt wie sein Verwandter räuberisch hauptsächlich von Muscheln und ist wie er ein gefährlicher Austernschädling (Möbius). Miesmuscheln und Seepocken, die das Pfahlwerk der Häfen bekleiden, überfällt er oft in ganzen Scharen. Bolau sah ihn einen Einsiedlerkrebs überwältigen und verzehren. Beim Fressen von Strandschnecken (Litorina) schiebt der Seestern Teile seines Magens bis in die letzten Schalenwindungen. Cépède entdeckte im Hoden der Männchen ein parasitisches Infusor, das meist so zahlreich ist, daß es kastrierend wirkt. Im Aquarium hält Asterias rubens gut aus. Schmalz, der vortreffliche, leider viel zu früh verstorbene Pfleger niederer Tiere, hielt ihn über neun Monate mit Teichmuscheln und -schnecken. Unser Bild zeigt den Seestern beim „Verdauen" eines Fisches.



Lederseestern, Culcita coriacea *Müll. et Trosch.* Aus Keller, „Das Leben des Meeres", Leipzig 1895. (Zu S. 380.)

Eine Asterias-Art von der Westküste der Vereinigten Staaten, A. forreri *Loriol*, wurde in ihrem Verhalten von Jennings eingehend studiert. Das Tier ist außerordentlich sauerstoffbedürftig und stirbt in nicht durchlüfteten Aquarien schon nach kurzer Zeit. Die Atmung besorgen, wie bei anderen Seesternen, in der Hauptsache Tausende feiner fingerförmiger Kiemen, die überall zwischen den kleinen Stacheln der Oberseite stehen, und über die dauernd ein vom Wimperschlag der Haut getriebener Strom frischen Wassers streicht. Geschützt ist die ganze Oberseite durch zahlreiche Pedizellarienbüschel, die um den Grund der Stacheln angeordnet sind. Gerät ein Tier auf die Stachelspitzen oder Kiemen, so erheben sich diese Bündel und richten sich gegen den Angreifer. Berührt ein kleiner Krebs nur eine Zange eines solchen „hundertköpfigen Ungeheuers", dann ist er rettungslos verloren. Sucht er sich durch Strampeln zu befreien, stößt er unbedingt an andere Pedizellarien, die alle zufassen; Strandflöhe und kleine Krabben werden so in 1—2 Minuten vollständig gefesselt. Jennings sah Seesterne, die fünf bis sechs markstückgroße Krabben gleichzeitig auf ihrem Rücken trugen. Die Pedizellarien reagieren aber nur auf das, was sich regt; Steinchen, die man auf sie wirft, stören sie nicht. Jedoch auch der Saft von Krabbenfleisch und der Schleim der Saugfüßchen anderer Seesterne löst das Aufrichten der Pedizellarienbüschel aus; sie sträuben sich wie die Haare eines gereizten Katers. Selbst vor dem eigenen Körper macht die Angriffswut der kleinen Zangen nicht halt. Oft „verbeißen" sich die Zangen zweier benachbarter Arme ineinander. Die von den Pedizellarien festgehaltenen Tiere

spielen eine wichtige Rolle für die Ernährung. Durch Krümmen der Arme wird die Beute in Mundnähe gebracht, an Ort und Stelle von den fünf gelblichen Magensäcken, wie oben beschrieben, umhüllt und verdaut. Die Hauptnahrung bilden Schnecken; Muscheln zu fressen, hat diese Art scheinbar keine Gelegenheit. Die Käferschnecke Chiton bleibt unbehelligt, wenn sie sich fest gegen die Felsen drückt. Im Aquarium greift der Räuber auch andere Seesterne an, besonders gern pedizellarienlose Formen aus tieferem Wasser. Der Giftzangen wegen verhält er sich langstacheligen Seeigeln gegenüber ablehnend. Fische, die zufällig auf den Seestern stoßen, werden mit den Zangen an den Flossen festgehalten und mit dem Schwanz voran zum Mund transportiert. Oft ist das Hinterende schon verdaut, wenn der Vorderkörper sich noch heftig bewegt, um loszukommen.

Auch in die Tiefsee sind zahlreiche Seesterne vorgedrungen. Wir begnügen uns mit der Erwähnung der reizvollen Brisingiden, die in ihrem Aussehen fast an Schlangensterne erinnern. Es sind kleine Scheiben mit 7—15 schmalen, scharf davon abgesetzten, langen Armen. Eine gewisse Berühmtheit genießt Brisinga endecacnemos *Asb.* Nach einer wahrscheinlich irrigen Auslegung der Beschreibung des ersten Fundes im Hardangerfjord 1853 durch den norwegischen Dichter Asbjörnsen wird dieser Seestern oft als leuchtend angeführt. Seine Scheibe ist rotorange gefärbt; die Arme sind korallrot und tragen perlmutterfarbene Stacheln. „Wenn das Tier unverletzt ist, wie ich es ein- oder zweimal, während es noch in der Dredsche unter Wasser war, gesehen habe, so ist es von einem einzigen Glanze; es ist eine leibhafte Gloria maris", so schilderte Asbjörnsen seinen Eindruck und taufte die wunderbare Form nach Brising, dem schimmernden Kleinod der Freya, das Loge stahl und ins Meer warf.

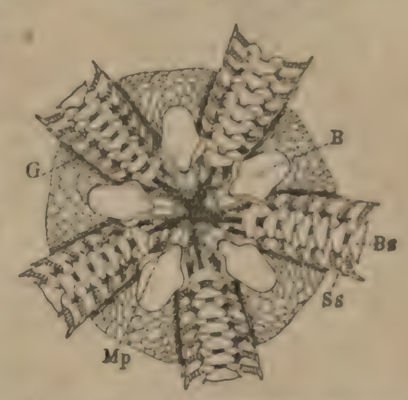
Von den überaus mannigfaltigen Seesternen der Tropen führen wir des Raummangels wegen nur die merkwürdige, einem Seeigel ähnliche Gattung Culcita *Ag.* an. Die apfelförmige C. coriacea *Müll. et Trosch.* (Abb., S. 379) stammt aus dem Roten Meere, größere Arten sind aus dem Indik und von Neuguinea bekannt.

Vierte Klasse:

Schlangensterne (Ophiuroidea).

Der Laie wird einen Schlangenstern, der ihm zu Gesicht kommt, ohne weiteres a[ls] Seestern bezeichnen, denn bei ihm strahlen von einer Scheibe, genau wie bei jenem, fün[f] Arme aus. Die Unterschiede beider sind aber recht erheblich. Schon jede Bewegung de[r] Arme weicht von dem ab, was man vom Seestern her kennt; sie können sich schlangenart[ig] biegen und einrollen. Auch treten sie nicht allmählich mit breitem Ansatz und Armwink[el] bildend aus der Scheibe heraus, sondern entspringen scharf abgesetzt und voneinander en[t]fernt. Auf der Unterseite der Arme fehlen die Ambulakralfurchen; sie sind im Laufe d[er] Stammesentwicklung durch Skelettplatten (Bs in der Abb. S. 381, oben) zugedeckt worden, [so] daß die wenig entwickelten, tentakelförmigen Füßchen nur zwischen ihnen und den Randsch[il]dern (Ss) an den Seiten heraustreten. Oben haben sich ebenfalls Kalkschilder aufgelegt, u[nd] somit sind die Arme durch vier Plattenreihen ringsum gepanzert. An der Unterseite set[zen] sich die Arme nach dem Scheibenzentrum zu fort bis zum sogenannten „Mundskelett", eine[m] Gefüge von Platten in der Leibesmitte. Bei jungen Ophiuroiden fließen sie wie Seester[n]arme noch ineinander über. Nachträglich wachsen aus den Interradien der Scheibe Vo[r]sprünge heraus, die sich über den Armen miteinander verbinden; dabei verlagern sich [...]

ursprünglich auf dem Rücken angelegte Kalkplatten, von denen eine die Madreporenöffnung trägt, als „Mundplatten" (B) auf die Unterseite. Durch den Verschluß der Ambulakralfurche sind die Radiärnerven in einen „Epineuralkanal" tief unter der äußeren Haut eingebettet. Die ursprünglichen Platten kommen ins Innere der Arme zu liegen, wachsen mächtig aus und werden zu gelenkig miteinander verbundenen „Wirbeln", die die Höhle in den Armen bis auf einen Kanal einengen. Auf der Scheibenunterseite öffnen sich rechts und links von den Armen lange Spalten, „Bursae" (G), in die sich die Geschlechtsprodukte entleeren, und die der Atmung dienen. Nebenbei fungieren auch die Füßchen als „Kiemen"; Wimpern führen ständig einen Strom frischen Wassers über sie. Die Haut ist sonst nicht bewimpert, oft aber so stark abgescheuert, daß das Skelett zutage tritt. Bei den meisten Arten trägt sie hohle Stacheln, an deren Spitzen sich oft ein Köpfchen mit Sinneszellen und Giftdrüsen findet. Andere Stacheln sind gebogen oder zu Tentakelschuppen umgebildet, die an den Armen neben den Poren für die Füßchen sitzen.



Scheibe eines Schlangensterns, *Ophiura ciliata Retz.* Aus Claus-Grobben, „Lehrbuch der Zoologie", Marburg. B Mundplatten, Bs Bauchschilder, G Bursae, Mp Mundpapillen, Ss Seitenschilder der Arme.

Das Nervensystem der Schlangensterne ist hoch entwickelt und befähigt sie, schnelle und sehr geregelte Bewegungen auszuführen. Besondere Sinnesorgane sind freilich unbekannt; das Sinnesepithel auf den Füßchen dient aber zur Aufnahme von Tast- und chemischen Reizen. Die Schlangensterne wittern die Nahrung auf ziemliche Entfernung. Den Füßchen fehlen die Ampullen. Trotzdem können sie ihrer Klebdrüsen wegen noch zum Anheften gebraucht werden; einige Arten können sogar an den Glaswänden des Aquariums hochklettern. Am Wassergefäßring, der weit nach oben gerückt ist, hängen vier Polische Blasen. Der Steinkanal im fünften Interradius läuft infolge der eigentümlichen Verlagerung der Madreporenplatte nach unten. Der Eingang zum Mund wird durch die fünf Eckstücke des Mundskeletts, an denen zahnähnliche Stacheln sitzen, in fünf radiäre Mundwinkel zerlegt. Große Nahrungsbrocken werden von den Armen umschlungen und zum Munde



Ophiocreas oedipus Lym., an Korallen kletternd. Nach Koehler, „Echinodermen der Tiefsee-Expeditionen des Fürsten von Monako".

geführt; organischer Abfall am Meeresboden, mikroskopische Algen und Urtierchen, die die ausschließliche Nahrung vieler Arten bilden, werden sogleich mit den Mundfüßchen erfaßt.

Der Darmkanal ist ein einfacher Sack ohne After und kann nicht ausgestülpt werden. Die Geschlechtswege münden meist in die Bursae (G), die ein gegebener Platz für Brutpflege sind, und durch deren weite Öffnung bei dem dauernden Wasserwechsel für die Atmung das Sperma leicht eintreten und die Eier darin befruchten kann. In der Tat entwickeln sie sich bei den Weibchen vieler Arten in diesen Spalten; selbst die Jungen können sich noch auf den alten Tieren aufhalten. Entstehen aber freilebende Larven ohne Brutpflege, so ähneln sie denen der Seeigel (Abb., S. 338, B). Auch Vermehrung durch Querteilung der Scheibe kommt bei manchen Schlangensternen regelmäßig vor. Die außerordentlich hohe Regenerationskraft ist außerdem die Vorbedingung für die Fähigkeit, Selbstverstümmelung zu treiben. Nicht nur die Arme können abgeworfen werden; auch auf die ganze Rückenseite der Scheibe mitsamt den Eingeweiden können manche Ophiuroiden zeitweise verzichten. Der dann buchstäblich nur aus „Haut und Knochen" bestehende Rest führt, wenn der orale Nervenring unbeschädigt ist, alle Bewegungen wie ein unverletztes Tier aus und kann alles Fehlende regenerieren. Die Fortbewegung der Schlangensterne geschieht nur selten mittels der Ambulakralfüßchen, meist durch die Bewegung der Arme selbst (s. die untere Abb. S. 381). Doch können auch die Stacheln dem Tiere beim Klettern große Dienste leisten.

Erste Ordnung:
Zygophiurae.

Die weitaus meisten der lebenden Schlangensterne gehören zu den Zygophiuren, deren Armwirbel derart ineinander gelenkt sind, daß sich die Arme zwar seitlich krümmen und einrollen lassen, erhebliche Ausschläge nach oben und unten aber unmöglich sind.

Der braune Schlangenstern, Ophioderma lacertosum *Lam.*, lebt im Flachwasser des Mittelmeers und des Ostatlantik. Die Oberseite seiner Scheibe zeichnet sich durch lebhaft bunte Zeichnung aus (s. die Farbentafel bei S. 341, Fig. 3). Er lebt zwischen Steinen versteckt, gräbt sich aber nicht in den Sand ein. Im Aquarium kriecht er so lange umher, bis er die dunkelste Ecke oder den Schatten eines Steines gefunden hat. Wie Mangold durch Versuche zeigen konnte, ist die ganze Haut lichtempfindlich: schon eine kurze, grell Beleuchtung einer Armspitze veranlaßt das Tier zur Flucht. Durch Futter läßt sich Ophioderma leicht aus seinem Versteck locken; es „wittert". Preyer sah, wie es auf ein dargebotenes Krabbenbein aus 15 cm Entfernung heraneilte und förmlich darüber herfie. Einer der Arme wird wie ein Elefantenrüssel um die Beute geschlungen und nach d Seite hin eingekrümmt; der Bissen darauf zum Mund unter der Scheibe geführt.

Ganz ähnlich wie Ophioderma lebt die hell ockerbraune bis braunrote, unten schmutzi gelbe Ophiura ciliaris *L.*, der häufigste größere Schlangenstern der europäischen Meer Er kommt von Grönland bis zum Mittelmeer und auch in der Nordsee vor. Beim Geh ist er gewandter als Ophioderma; die Arme dienen ihm hierbei als elastische Federn u schnellen ihn sprungweise vorwärts. „Fällt ein plötzlicher Schatten auf das ruhende Ti so schlagen die fünf Arme gleichzeitig hoch, und das blaß sandfarbene Tier wird plötzlich u eine Nüance dunkler" (Uexküll). Hat es die Nahrung „gewittert", so erhebt es die Schei und begibt sich mit einem „Sprung" auf die Jagd. Als besondere Geruchsorgane werden „Mundtentakel" (Mp) angesehen, die in regelmäßigem Wechsel in die Mundplatte hinein- u

herausgeschlagen werden. Haben sich im Aquarium mehrere Ophiuren gleichzeitig auf ein Fleischstückchen gestürzt, so suchen sie, es sich gegenseitig zu entreißen. Läßt man einen Schlangenstern, mit der Bauchseite nach oben, unter Wasser fallen, so schlägt er die Arme so weit als möglich nach oben. Noch bevor er am Boden anlangt, schwingt er die Scheibe, den schwersten Körperteil, ruckhaft nach unten und fällt auf die Mundseite, wie die Katze auf die Füße. Wird er mit dem Rücken auf den Boden gelegt, stemmen sich, nachdem die Scheibe etwas gehoben wurde, zwei Arme besonders fest ein; die zwei Nachbarn geben einen kräftigen Schub, und das Tier schlägt mit dem fünften Arm oben herum einen Purzelbaum. Das Umwenden spielt sich beim frischen Tier innerhalb weniger Sekunden ab.

Im Gegensatz zu Ophioderma gräbt sich Ophiura gern in den Sand ein. „Eine frische Lieferung von Ophiura ciliaris entzieht sich im Aquarium schnell den Blicken, indem sich die Tiere, oft sogar übereinanderliegend, in den Sand eingraben, so daß nur die feinen, einfach oder Sförmig geschwungenen Armspitzen hervorschauen. Auch bei den Ophiuren geschieht das Graben (wie bei Astropecten, s. S. 375) mit den Ambulakralfüßchen, die durch seitliches Auseinanderschlagen die Sandkörner zwischen den Stacheln der Armkanten herauswerfen und dadurch schnell beiderseits Sandwälle aufhäufen, zwischen denen die Arme versinken." Schließlich wird durch seitliche Bewegungen der Arme Sand auch über die Körperscheibe geschaufelt. Wird das Tier an einem Arm unsanft angefaßt, so bricht er sofort ab. Das abgelöste Stück verfällt in völlige Muskelstarre, d. h. versucht man, es zu biegen, so zerbrechen eher die Armwirbel. In Einzelfällen läßt sich diese Starre lösen; dann kann das Bruchstück weiter autotomieren. Übrigens läßt sich auch das ganze Tier in den Starrezustand versetzen. Wirft man es kräftig auf den Fußboden, so wird es völlig steif.

Einer unserer häufigsten Nord- und Ostsee-Schlangensterne ist die kleine, weißrötliche Ophiura albida *Forb.* (s. Tafel „Stachelhäuter", 7, bei S. 355). In der Ostsee ist sie etwa so weit verbreitet wie der Gemeine Seestern (s. S. 379). Sie vermag nicht nur mit den Armen, sondern auch mit Hilfe der Füßchen ähnlich wie Astropecten zu klettern.

Manche Schlangensterne, besonders einige Amphiuriden, vermögen zu leuchten. „Als ich in der Dämmerung einen Schlangenstern, Ophiopsila annulosa *Sars*, mit dem Rücken auf die Tischplatte warf, überraschte mich aufs höchste ein heller, grüngelber Schimmer, der wie ein Wetterleuchten an verschiedenen Stellen der langen Arme aufzuckte und nach wenigen Augenblicken wieder verschwand" (Mangold). Es handelt sich hierbei um einen größeren, außerordentlich intensiv leuchtenden Schlangenstern, der aus dem Mittelmeer und dem östlichen Atlantischen Ozean aus Tiefen von 10—100 m bekannt ist. Er ist ein großes, hell- oder nußbraunes Tier mit 12 cm langen Armen, die meist dunklere Querbänderung zeigen und auf der Unterseite gelblich sind. Die Scheibe ist oben mit kleinen, helleren Kreisen geschmückt und unten zwischen den Armwurzeln rosa oder bläulich gefärbt und braun punktiert. Er gehört zu den wenigen Schlangensternen, die sich eingraben können. Hierbei helfen die Arme bedeutend nach, „indem sie sich, oft einzeln und zeitlich unabhängig voneinander, durch die gegrabenen Furchen nach der Körperscheibe heranziehen und durch weiteres Wühlen das ganze Tier bis über 2 cm tief in den Sand hineinschaffen, wo dann die langen Arme in vielen Windungen um die Scheibe knäuelartig zusammengedrängt liegen". Mit Hilfe der Füßchen kann diese Art und die nahe verwandte Ophiopsila aranea *Forb.* sehr geschickt klettern, anscheinend ohne Abscheidung eines klebrigen Sekretes, sondern mittels kleiner Saugflächen an den Füßchen. Eine auf dem Rücken liegende O. annulosa

entfernt Sandkörnchen von ihrer Bauchseite, indem sie sie mit den Füßchen packt, nach außen über den Rand hinwegschwingt und darauf „losläßt". Auf Glas hinterlassen die Tiere nie eine klebrige Kriechspur.

Die glänzendste Lebensäußerung der Ophiopsila annulosa, das Leuchten, ist „in der Ruhe niemals zu beobachten, wohl aber kann es durch Reize leicht hervorgerufen werden. Kneifen mit der Pinzette, kräftiges Berühren mit einem Glasstab oder dem Finger verursacht zunächst an der davon betroffenen Stelle des Armes, dann aber auch an den anderen Armen, jenes blitzartige Aufzucken, das sich meist bandförmig auf eine mehr oder minder große Anzahl benachbarter Armwirbel erstreckt, bei genügend starkem und diffusem Reiz sich über einen ganzen oder alle fünf Arme ausbreitet, oft aber nur aus einem Flitterglanz von zahlreichen, zerstreuten Lichtpunkten besteht. Am hellsten und andauerndsten strahlt der Schlangenstern in leuchtendstem Grüngelb, wenn unter Wasser ein kräftiger Wasserstrahl als Dauerreiz wirkt. Man möchte dann glauben, das ganze Tier sei leuchtende Substanz; doch ergibt die genaue Untersuchung, daß immer nur ganz bestimmte Teile leuchten, deren Schimmer die kontinuierliche Lichtempfindung verursacht. Die oft wiederholte Lupenbeobachtung ergab, daß nur die Bauchplatten, die Seitenplatten und sämtliche Stacheln (etwa 20000!) Lichtenergie zu produzieren vermögen, daß dagegen die Rückenplatten und Füßchen, wie die ganze Körperscheibe, niemals leuchten." Hervorgerufen wird die Lumineszenz jedenfalls durch besondere Drüsenzellgruppen, die Reichensperger nur an den leuchtenden Stellen im Bindegewebe gefunden hat und niemals bei Arten, die die Erscheinung nicht zeigen. Welche Bedeutung das Leuchten für die Schlangensterne hat, ist unbekannt. Ein Schreckmittel, Feinden gegenüber, kann es nicht sein; denn der Schleim der Seesterne, der schlimmsten Feinde der Ophiuroiden, löst wohl sofort lebhafte Fluchtbewegung, aber kein Leuchten aus. Eher ließe sich an ein Anlocken kleiner, auf Licht zukriechender Beutetiere denken; die Erscheinung tritt aber nur auf Reize hin auf. Außerdem ist Ophiopsila annulosa meist im Sand vergraben, denn wie fast alle leuchtenden Tiere ist dieser Schlangenstern äußerst lichtscheu und verkriecht sich, wenn er zum Eingraben keine Gelegenheit hat, unter Steinen. Bei Ophiopsila aranea sind die leuchtenden Bezirke viel beschränkter; es leuchten auf Reiz nur die der Scheibe zugewandten Teile der Seitenplatten, die Bauchplatten und äußersten Armspitzen.

Die einzelnen Arten der Gattung Amphiura *Forb.* sind mit Leuchtfähigkeit sehr ungleich bedacht. Zu ihr gehören kleine Schlangensterne mit einem Scheibendurchmesser von höchstens 1 cm, mit unverhältnismäßig langen, dünnen Armen, die den Körper auf dem Boden nicht durch Sprünge vorwärtsbringen, sondern durch schlängelnde Bewegungen nachziehen. Amphiura filiformis *Müll.* und A. chiajei *Forb.*, die beide an der atlantischen Küste Europas und im Mittelmeer hausen, lassen sich tot nur mit der Lupe unterscheiden; die erstere besitzt amboßartige Stacheln. Lebende Tiere braucht man aber nur mit der Pinzette anzupacken; auf diesen Reiz hin leuchten bei A. filiformis die Arme, bei A. chiajei aber niemals. Bekannter als diese beiden ist die winzige, graugrüne Amphiura elegans *Leach*, die kosmopolitisch in allen Meeren bis zu Tiefen von etwa 300 m lebt. Sie ist der Stachelhäuter, bei dem zuerst eine Leuchtfähigkeit festgestellt wurde. Bei ihr erstrahlen nicht die Arme, sondern nur die der Scheibe zugekehrten Teile der Armplatten in sterngleichem Licht (Molisch). A. elegans ist Zwitter und treibt Brutpflege; die Jungen entwickeln sich in den Bursae. An ihnen machte Mangold eine prächtige Beobachtung. „Ich reizte ein große

Exemplar im Seewassergläschen unter der Lupe durch Klopfen des Scheibenrückens mit der Pinzette und sah zu meinem Erstaunen außer den beschriebenen Armstellen die Scheibe selbst, wenn auch bedeutend schwächer, mitleuchten, was meinen Erfahrungen an diesem und anderen Ophiuriden widersprach. Die Aufklärung sollte nicht ausbleiben: auf weitere mechanische Reize hin wurde die ganze Scheibe abgeworfen, sie fiel auf den Rücken; es begann sich in der Tiefe zu regen, und alsbald kletterte die bisher verborgene junge Brut hervor. Es zeigte sich, daß die eben auskriechenden Jungen dieser lebendig gebärenden Art bereits alle Eigenschaften der Ausgewachsenen besaßen, und daß schon die mit ihrer goldgelben Scheibe und den kaum 2 mm langen Armen noch ganz im Dotterschleim steckenden Amphiuren auf Reizung mit der Pinzette mit Leuchten reagierten. Die Phosphoreszenz der Scheibe war durch das Leuchten der Jungen im Mutterleibe vorgetäuscht."

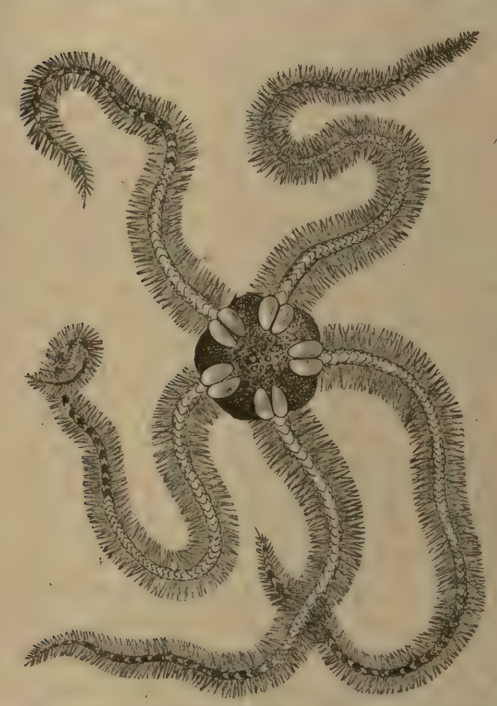
Alle diese drei Amphiurenarten vergraben sich im Schlamm; A. elegans vermag nach Sterzinger auch mit Hilfe der Füßchen an glatten Glaswänden zu klettern. Eingehender sind wir über die Lebensweise von A. chiajei durch des Arts unterrichtet, der sie in Bergen lange beobachtete. Kaum waren die Tiere in ihren Behälter gesetzt, als sie sich auch schon mit Hilfe der Füßchen im Schlamm eingruben. Sie sind im Laufe von 1½ Jahren nicht mehr freiwillig herausgekommen. Anscheinend kann diese Art nicht klettern, denn in einem reinen Glasgefäß kriecht sie nur am Boden herum, aber nicht an den Wänden in die Höhe. Ihr Platz im Schlamm ist leicht daran zu erkennen, daß sie immer die Armspitzen ein wenig herausstreckt. Trotz seines ungewöhnlichen Aufenthalts ist das Tier imstande, den Platz zu wechseln. Die Arme werden dann hereingeholt und kommen an anderer Stelle wieder hervor, während der Körper sich allmählich nachzieht. Nebenbei dienen die Arme offenbar auch der Atmung; ihre wellenförmigen Bewegungen bewirken einen ständigen Wasserwechsel. Während der ersten Monate ihrer Gefangenschaft erhielten die Amphiuren kein besonderes Futter, sondern ernährten sich ausschließlich von den organischen Bestandteilen des Schlammes. Durch die Ambulakralfüßchen wurden fortwährend kleine Schlammpartikelchen dem Mund zugeführt. Doch scheint durch die Mundfüßchen eine gewisse Auswahl stattzufinden; es werden nur wenige Teilchen eingeführt, die meisten wieder fallen gelassen. In umgekehrter Richtung werden die Exkremente, kleine zylindrische Zellballen, nach außen befördert. Die Amphiuren „wittern" auch die Nähe von Muschel- und Krebsfleisch; kleinere Stückchen geben sie mit den Füßchen zum Mund weiter, größere werden erst von den Armen umschlungen. Der Endtentakel jedes Arms spielt für das Wittern keine Rolle; wird die Armspitze amputiert, so arbeitet der Arm trotzdem wie früher weiter. Auch abgeschnittene Arme reagieren noch nach einer Stunde auf vorgeworfenes Futter; sie nähern sich den Bröckchen und ergreifen sie wie unter normalen Verhältnissen.

Eine andere kleine Amphiuride, Ophiactis virens *Sars*, aus dem Mittelmeer und Atlantischen Ozean vermehrt sich regelmäßig durch Querteilung. Dabei können, nach Simroth, die Organe beliebig durchreißen. Nach der Teilung schließen sich bald die Wundränder, und jede Hälfte rundet sich allmählich zu einem neuen Individuum ab. Das fünfstrahlige Tier zerfällt in ein zwei- und ein dreistrahliges, die zu einem vier- bzw. sechsstrahligen Tier auswachsen.

Die schwarze Ophiocoma nigra *Müll.* mit ihren bläulichweißen Armstacheln ist ein großer, kräftiger Schlangenstern, der in der Barents-See und an den Küsten Nordwesteuropas häufig gefunden wird. Nach Östergren bewegt er sich an den senkrechten Glaswänden eines Aquariums viel gewandter und mit größerer Schnelligkeit als alle von diesem

Forscher untersuchten Echinodermen. Er klammert sich dabei nicht so fest an wie ein Seestern, immerhin aber so kräftig, daß er erst durch eine starke Wasserbewegung abzuschwemmen ist. Seine Füßchen sind gut entwickelt, am Ende verdichtet, aber ohne Saugscheiben.

Im Gegensatz zu Ophiocoma benimmt sich die „zerbrechliche" Ophiothrix fragilis *Müll.* sehr ungeschickt beim Klettern. Dieser in der Nordsee häufige Schlangenstern fällt durch seine langen, kammartig gezähnten Armstacheln auf (s. die Abb.). Beim Fassen der Beute bedient er sich nicht der Arme, sondern wie bei den kleinen Amphiuren schieben sich die Saugfüßchen gegenseitig kleine Futterbrocken zu, die im Zickzack von der Armspitze zur Scheibe wandern. Die Hauptnahrung bilden kleine freilebende Borstenwürmer, außerdem Seeigel und Mollusken. Das Tier lebt zwischen Felsen versteckt, hauptsächlich da, wo sich Muschelschalen anhäufen (Austernbänke), gräbt sich aber nicht ein; es ist lichtscheu. Auffallenderweise leuchten ganz junge Tiere (nach Mac Intosh) und auch das Sperma, während ältere kein Licht geben. Die Art erreicht bis 2,5 cm Scheibendurchmesser und 15 cm Armlänge. Sie kommt von der Strandlinie bis zu 1130 m Tiefe (nach Grieg), vom nördlichen Norwegen bis zu den Kapverden vor; ob im Mittelmeer, ist fraglich, östlich dringt sie nur bis zur Südspitze Schwedens vor. Färbung und Zeichnung sind äußerst variabel. Süßbach gibt an, daß „die an Scheibe und Armen vorwiegenden Farben sind: verschiedene Töne von braun und grau bald mehr lichtgrau, bald schiefergrau, braungrau, manchmal mit einem rosa Schein bald grau mit einem violetten Hauch. Seltener finden sich auch bläuliche Töne, mit unter rötliche, ziegelrote, selten leuchtend gelbe." Im Helgoländer Aquarium sieht man diese Art am häufigsten. Schmalz hielt sie jahrelang in einem kleinen Glasbecken.



Zerbrechlicher Schlangenstern, Ophiothrix fragilis *Müll.* 2/3 natürlicher Größe.

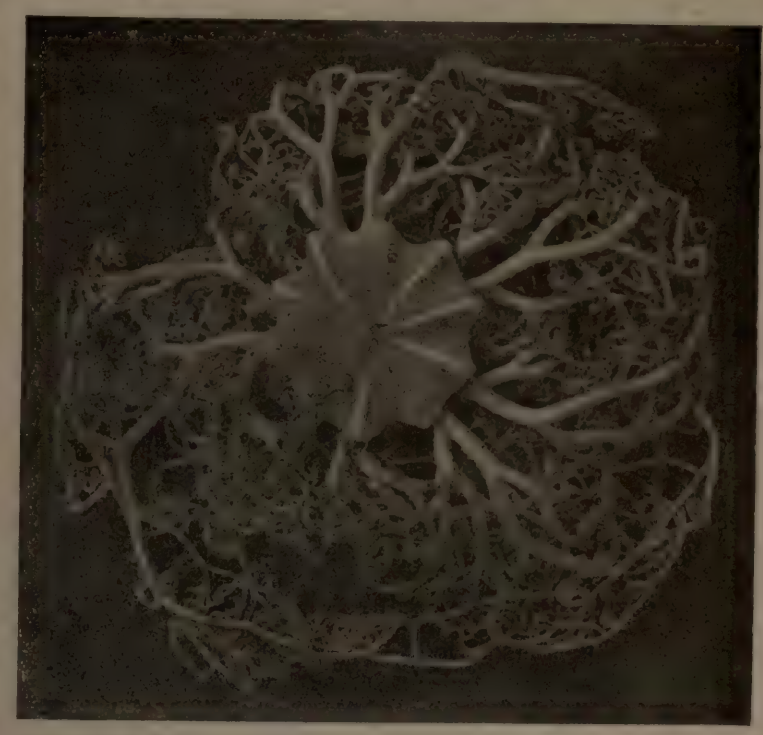
Zweite Ordnung:
Streptophiurae.

Bei der zweiten Ordnung der Schlangensterne, den Streptophiuren, sind d Wirbelgelenke so einfach gebaut, daß die Arme auch nach oben und unten eingerollt werde können. Der ganze Körper ist bei den Vertretern der einzigen Familie, den Ophiomyxide mit dicker, nackter Haut bedeckt. Im Mittelmeer lebt die dunkelbraune Ophiomyxa pent gona *Lam.*, die in ihren Bewegungen, der Nahrungsaufnahme und dem Verhalten gege über verschiedenen Reizen anderen großen Schlangensternen wie Ophioderma und Ophiu im wesentlichen gleicht; die Scheibe von Ophiomyxa erreicht bei ausgewachsenen Exer plaren etwa 2,5 cm Durchmesser, die Arme 15 cm Länge.

Dritte Ordnung:

Medusensterne (Cladophiurae).

Bemerkenswerter sind die Medusensterne, Cladophiurae. Bei den Vertretern dieser Ordnung teilen sich die Arme oft schon unmittelbar nach dem Ursprung aus der Scheibe. Gabelungen können dann in gewissen Abständen immer wieder von neuem auftreten, so daß sich ein Arm in Dutzende immer schwächer werdender Äste teilt. Die Arme können nach oben und unten eingerollt werden. Mit ihnen verflechten sich diese Tiere in Korallen und gelegentlich auch in die Netze der Fischer und sind daraus mit unverletzten Armen kaum herauszubekommen. Trotz ihrer zahlreichen Kalkschüppchen fühlt sich die Haut weich an. Über die Lebensweise der Medusensterne ist nichts Genaueres bekannt. Fast alle leben in größeren Wassertiefen, viele sind auffallend gefärbt. Das Gorgonenhaupt, Gorgonocephalus eucnemis *Müll. et Trosch.*, wird im nördlichen Atlantischen Ozean und im Nördlichen Eismeer, von der Lena-Mündung westwärts bis zur Ostküste Nordamerikas gefunden; sie ist in bereits 38 m Tiefe gefangen worden, steigt aber bis zu Tiefen von 1800 m herunter. Über den abgebildeten Gorgonocephalus sagaminus *Doed.* von Japan schreibt Doflein: „Sie sind bald grellorange, bald dunkelbraun gefärbt, bald violett und weiß gefleckt, oder geisterhaft weiß.“



Japanisches Gorgonenhaupt, Gorgonocephalus sagaminus *Doed.* Aus Doflein, „Ostasienfahrt“, Leipzig und Berlin 1906.

Weichtiere (Mollusca).

Bearbeitet von Professor Dr. **Heinrich Simroth** † (Wurmmollusken, Grabfüßer, Schnecken und Muscheln) und Dr. **Georg Grimpe** (Kopffüßer).

Der Markt des Lebens stattet jeden auch für die nähere Befreundung mit den Weichtieren mit einer kleinen Summe von Vorkenntnissen und Erfahrungen aus. Von eine Schnecke, einer Muschel hat jedermann den Eindruck bekommen, daß sie eben Weichtier seien, und daß diese Bezeichnung auf durchgreifenden Abweichungen von den Wirbel= un Gliedertieren beruhe. In der Annahme der Zusammengehörigkeit von Schnecke und Musche lassen wir uns nicht stören durch die Bemerkung, daß die eine einen mit Fühlhörnern un Augen ausgestatteten Kopf besitzt, während ein solcher Körperabschnitt bei der andere vergeblich gesucht wird; die Anwesenheit eines Gehäuses bei der Weinbergschnecke hinder auch den ungeschulten Betrachter durchaus nicht, in der nackten Wegschnecke ihre nächst Verwandte zu erblicken. Und wenn sich die Anschauungen mit dem Besuch des Meeres gestades verhundertfachen, die Märkte der Seestädte neue und neueste Formen zuführen werden auch die fremdartigeren Weichtiergestalten von dem prüfenden und vergleichende Auge mit den Formen des Wirbeltier= und Gliedertierreiches, die Würmer nicht ausgeschlosse nicht verwechselt werden.

An vielen Weichtieren ist freilich Kopf und Leib zu unterscheiden, aber der gan Körper bleibt, im Vergleich zu den höher organisierten Tieren, klumpenhafter und zei nicht im entferntesten jene Gliederung oder auch nur die Anlage dazu, die das Gliederti im Innersten beherrscht und auch dem Wirbeltier durch die Sonderung seiner Wirbelsäu und der gelenkigen Gliedmaßen sein eigentümliches Gepräge verleiht. Die Entschiedenh der Gestalt, die beim Wirbeltier vom inneren Knochenskelett, beim Gliedertier von den e härteten Hautbedeckungen abhängt, mangelt dem Weichtier. Nur die einfacheren Würm treten hier wenigstens als oberflächliche Vermittler dazwischen. Aber die Schale, die G häuse? wird man fragen. Das sind eben bloße Gehäuse, zwar ausgeschieden vom Körp aber so lose mit ihm zusammenhängend, daß sie einen Vergleich mit einem inneren o äußeren Skelett nicht aushalten. Das letztere ist in vollster Bedeutung des Wortes ein T des Organismus: die Knochen wachsen und ernähren sich; der Käfer kann nicht aus sein Hautskelett herausgeschält werden; wenn der Panzer des Krebses nicht mehr lebendig dem Tiere verbunden ist, fällt er ab, um einem neuen Platz zu machen. Dieses innige V hältnis findet zwischen dem Weichtier und seinem Gehäuse nicht statt; letzteres ist ein A scheidungsprodukt, das allerdings durch Auflagerung neuer Schichten verdickt, durch Anfüg an den freien Rändern vergrößert und erweitert, auch, wenn es beschädigt ist, notdür ausgeflickt werden kann, aber nur an einer oder einigen beschränkten Stellen mit dem Ti wirklich zusammenhängt und, weil es an dem Stoffwechsel nicht teilnimmt, ein totes

So haben wir denn, um über den allgemeinen Charakter der Weichtiere ins reine zu kommen, uns an die zu halten, die keine Gehäuse besitzen, und die anderen ihrer Schalen zu entkleiden. Sie stehen dann vor uns als ungegliederte, oft sehr ungeschickt aussehende Tiere, deren in der Anlage vorhandene Symmetrie oft einer unsymmetrischen Gestalt gewichen ist. Die Haut ist schlüpfrig und weich, und wir finden sie in Lappen und mantelartige Falten ausgezogen, von denen der Körper ganz oder teilweise verhüllt werden kann. Es ist nichts leichter, als sich von dieser Grundeigentümlichkeit der Weichtiere eine Anschauung zu verschaffen. Wenn die Schnecke sich in das Gehäuse zurückzieht, bemerkt man, wie ein dicker Hautlappen sich über den verschwindenden Kopf hinweglegt: es ist ein Stück des Mantels. Schält man eine Muschel aus, so ist der Körper vollständig von jeder Seite mit einem großen häutigen Lappen bedeckt: das sind die beiden Hälften des Mantels. Die Schalenbildung geht vom Mantel aus, besonders von seinen freien Rändern.

Wenn wir anführen, daß die am höchsten ausgebildeten Weichtiere bei einem nicht selten 1 m, wohl auch 2 und mehr, ja in riesenhaften Dimensionen 6 m und darüber langen Körper fast so vollendete Sinneswerkzeuge tragen wie die höheren Wirbeltiere und ihrer Größe entsprechende Muskelkraft entwickeln, während auch fast mikroskopische Formen darunter vorkommen und manche sich an die Strudelwürmer anzuschließen scheinen, so wird man nicht erwarten, daß der Bau, das Leben und Vorkommen dieses Kreises im allgemeinen geschildert werden kann. Nachdem wir die Wichtigkeit der Hautbedeckungen bereits hervorgehoben, deuten wir nur an, daß der Hauptteil des Nervensystems in einem Schlundringe besteht, mit dem die übrigen im Körper zerstreuten Nerven und Nervenknoten zusammenhängen, und daß dieser Schlundring zwar über dem Schlund einfach bleibt, nach unten aber sich verdoppelt, ja verdreifacht; die vorderste Leitung führt zu den Nervenknoten des Fußes, die zweite zu denen des Mantels und der hinteren Eingeweide, die dritte zu denen des Schlundkopfes und der vorderen Darmteile. Das Vorhandensein der Sinnesorgane richtet sich nach der Stufe der Ausbildung des Körpers im ganzen und nach Aufenthalt und Lebensweise. So gibt es, um nur einige Beispiele anzuführen, nur wenige Muscheltiere mit Augen; sie haben keinen Raub zu erspähen, und ihre Nahrung wird ihnen durch unausgesetzte Flimmerbewegung an den Körperflächen zugeführt. Aber alle Schnecken und vor allen die hoch organisierten raubgierigen Tintenschnecken suchen nach ihrer Nahrung, und demgemäß spiegelt sich in ihren Augen die Umgebung ab.

Sehr vollständig ist bei fast allen Weichtieren der Ernährungsapparat ausgebildet. Die höheren Ordnungen, nämlich alle, die eine feste Nahrung zerkleinern, sind mit sehr auffallenden Beiß- und Raspelwerkzeugen ausgestattet, die in neuerer Zeit mit eben dem Erfolg für eine naturgemäße Systematik sich haben verwerten lassen, wie man seit langer Zeit an der Beschaffenheit des Gebisses der Säuger ihre Lebensweise und systematische Stellung erkennt. Als starke Fresser bedürfen die Weichtiere nicht bloß eines geräumigen Darmkanals, sondern auch eines reichlichen Maßes der die Verdauung einleitenden und befördernden Säfte, daher wir die den Speichel und die Fermente bereitenden Drüsen, Speicheldrüsen und „Leber", ausnehmend entwickelt finden. Wir sehen den Blutlauf geregelt durch ein Herz, aus Kammer und einer oder zwei Vorkammern, nur ausnahmsweise aus mehr verdoppelten Teilen bestehend, in welches das Blut aus dem Atmungsorgan eintritt, um aus ihm in erneuertem, zur Ernährung des Organismus tauglichem Zustande dem Körper zugeführt zu werden. Auch die Atmungsorgane, meist Kiemen, pflegen sich ansehnlich zu entfalten und bieten der Tierbeschreibung durch ihre mannigfaltige Stellung und Form

viele Anhaltspunkte. Eine außerordentliche Entwickelung pflegt auch die andere, der vegetativen Seite des Lebens gehörige Organgruppe, die der Fortpflanzungswerkzeuge, zu haben. Doch dies alles, wie Zwitterformen mit getrennten Geschlechtern abwechseln, wie uns hier Verwandlung, dort die Entwickelung ohne Verwandlung begegnet, ferner das Verhältnis der Weichtiere untereinander und zur Umwelt mag lieber die Schilderung der einzelnen Gruppen zeigen. Dabei wird sich herausstellen, daß auch in den abweichendsten Gestalten, welche sich in ihrem ausgebildeten Zustande durchaus nicht in ein allgemeines Schema fügen wollen, irgendeine Stufe der Entwickelung die Verknüpfung mit einer typischen Form ergibt.

Die Liebhaber von Kuriositäten und Naturprodukten haben schon seit einigen Jahrhunderten mit Vorliebe die Schneckengehäuse und Muschelschalen gesammelt und an ihrer bunten und niedlichen Formenfülle sich geweidet. Wir sind über diesen einseitigen Standpunkt weit hinaus; ohne die Freude an den schönen Muschelsammlungen zu verdammen, dürfen wir uns im Grunde von ihnen ebensowenig befriedigen lassen, wie etwa von einer Sammlung von Krallen oder Hufen. Ja sie erläutern uns das Leben und die Verrichtung des Tieres viel weniger als die untergeordneten Teile, die uns in die Feder kamen.

Erste Klasse:

Wurmmollusken (Amphineura).

Bisher hat sich kein guter deutscher Ausdruck für die ursprünglichste Weichtiergruppe gefunden, und wenn wir sie als Wurmmollusken bezeichnen, so müssen wir uns klarmachen, daß der Name Wurmschnecken bereits für eine Familie von Gastropoden vergeben war, deren Gehäuse sich zu einer unregelmäßigen Wurmgestalt abgerollt hat (S. 441). Die Bezeichnung Amphineura deutet an, daß das Nervensystem sich noch nicht zu einem engeren Schlundring am Vorderende konzentriert hat. Vielmehr sind die Fuß- und die Viszeral- oder Mantelganglien in Gestalt langer, mit Ganglienzellen besetzter Nervenstränge rechts und links symmetrisch durch den ganzen, gestreckten Körper bis ans Hinterende ausgedehnt und untereinander nicht nur vorn, sondern in ganzer Länge durch Queranastomosen verbunden. Nur das obere Schlundganglion oder Hirn zeigt bei den Aplakophoren bereits eine Abrundung zu geschlossenen Nervenknoten.

Der Körper gleicht im einfachsten, wenn auch nicht ursprünglichsten Fall einem drehrunden Wurme, etwa einem kurzen Regenwurm. In der Regel aber ist die Bauchseite auch hier als Kriechfuß differenziert, entweder nur als schmale Rinne oder als breite Kriechsohle, die rechts und links von der übrigen Fläche durch eine tiefe Furche, die Mantelfurche, abgesetzt ist. Danach unterscheiden wir die beiden Ordnungen der Aplacophora und der Placophora oder Polyplacophora. Die Namen freilich sind nicht der Form, sondern der Bedeckung entlehnt. Während der Fuß von nackter Haut bedeckt ist, trägt die übrige Fläche, die als Mantel zu betrachten ist, eine dicke Kutikularschicht, die mit allerlei harten Borsten und Kalkblättchen bedeckt und durchsetzt ist. Daraus entwickelt sich bei den Plakophoren eine zusammenhängende Rückenschale, als ein langgestrecktes Oval von demselben Umriß wie der Körper. Sie ist durch Querbrüche in acht Platten gesondert, so daß sich das Tier nach der Bauchseite zusammenbiegen und einrollen kann nach Art einer Kellerassel; und diese oberflächliche Ähnlichkeit mit einem Gliedertier hat den Namen Käferschnecken veranlaßt.

Alle Amphineuren sind auf das Meer beschränkt, wo sie am Boden ein wenig auffälliges Leben führen, aber doch in verschiedener Richtung höchst merkwürdig angepaßt sind.

Erste Ordnung:

Wurmmollusken im engeren Sinne (Aplacophora).

Noch ist's kein halbes Jahrhundert her, daß einzelne von den unscheinbaren Tieren, die wir jetzt in dieser Ordnung zusammenfassen, entdeckt und näher beschrieben wurden als Angehörige des großen Tierkreises, die man in lockerem Verbande von wechselndem Umfange als Würmer zusammenzuschweißen pflegt. Allmählich erst brach sich, auf Grund des Nervensystems, die Erkenntnis von ihrer Verwandtschaft mit den Mollusken Bahn, bis sie v. Ihering mit den bis dahin, so auch noch in der vorigen Auflage dieses Werkes, zu den Gastropoden gestellten Käferschnecken vereinigte. Diese Stellung hat sich als richtig erwiesen und trotz der tiefgreifenden Unterschiede immer mehr gefestigt.



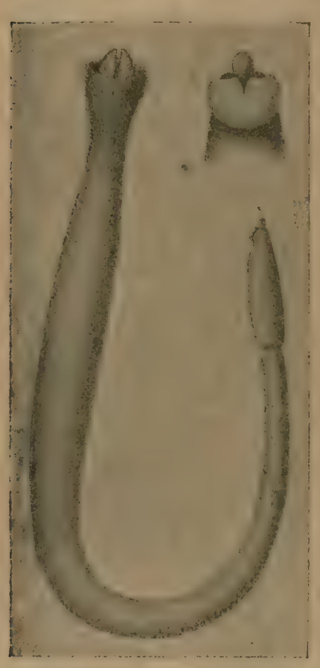
Neomenia *Tullb.*, links von der Bauch-, rechts von der Rückenseite.

Der zweite Name, welcher der Ordnung von Gegenbaur gegeben wurde, Solenogastres, bezieht sich auf die Bauchrinne, die an Stelle des Fußes den meisten zukommt (vgl. die Figur links auf der Abbildung von Neomenia *Tullb.*). Sie beginnt mit einer flimmernden, drüsenreichen Grube kurz hinter dem Munde und enthält in der Regel eine feine, ebenfalls wimpernde Falte. Dieser Ersatz des Molluskenfußes besteht aber aus einer dünnen Hautschicht ohne Muskulatur und kann infolgedessen nicht als Kriechwerkzeug benutzt werden. Von dieser zarten wimpernden Haut in der geschützten Rinne weicht die übrige Körperbedeckung ab, die durchweg aus einer chitinösen Absonderung, einer Kutikula, besteht und bald dünn, kaum von Epitheldicke, bald ein mächtiger Panzer von geringer Biegsamkeit ist. Bei dem grabenden Chaetoderma *Lov.*, das zu den Formen mit schmächtiger Kutikula gehört, verdickt sie sich doch am Vorderende zu einem derben Stirnschilde. Damit hängt die Körperform zusammen. Das Vorderende setzt sich als eine Art Kopf, der aber nur die Bedeutung eines Bohrstempels hat, gegen den schmächtigen Rumpf ab, der allmählich wieder gegen das Hinterende anschwillt. Im allgemeinen ist der Körper der Aplakophoren gleichmäßig zylindrisch, von sehr verschiedener Länge, die etwa zwischen 1 und 12 oder 15 cm schwankt. Bisweilen ist der Leib etwas seitlich zusammengedrückt, selbst auf dem Rücken gekielt. Meist bleibt die Breite unverändert, doch kommen ebenso Formen vor, die sich nach hinten verjüngen, entgegengesetzt Chaetoderma. Das Verhältnis des Längsdurchmessers zum Querdurchmesser wechselt vom Mehrfachen bis zum Vielfachen.

Von Sinneswerkzeugen fehlen die Augen so gut wie die Ohrkapseln; das wichtigste Orientierungsorgan sind die zahlreichen Cirren oder Fühlfäden, die in einer Einsenkung am Vorderende, dem Atrium, angebracht sind, dazu kommt oft noch eine Sinnesgrube auf dem Rücken nahe dem Hinterende. Zweifelhaft ist die Bedeutung keulen- oder lappenförmiger Hautfortsätze, die bei den mit einer dicken Kutikula versehenen Formen in diese Decke eindringen und vielleicht bei Biegungen des Körpers eine Druckwahrnehmung vermitteln. Ähnlich mögen die mancherlei Stacheln wirken, welche bei gleichfalls stark entwickelter Kutikula diese unter regelrechter, gekreuzter Anordnung durchsetzen und durch Gewebsfäden mit der Haut oder Unterhaut zusammenhängen.

Der Mund liegt entweder im Atrium oder unabhängig davon unmittelbar dahinter. Er führt in einen gerade gestreckten Darm, der den Körper in ganzer Länge durchsetzt und am Hinterende in eine Vertiefung mündet, die man als Kloake bezeichnen oder auch als Mantelhöhle auffassen kann. Schlund und Enddarm sind eng, der weite Mitteldarm trägt meist eine große Anzahl seitlicher Taschen, in denen die Verdauung vor sich geht. Nur bei Chaetoderma kommt eine kleine unpaare Ausstülpung vor als Leberanlage.

Der Schlund beginnt nach Molluskenart mit einem erweiterten Schlundkopfe, der eine Radula oder Raspel einschließt. Diese ist aus nach Zahl und Form recht wechselnden Zähnen zusammengesetzt, doch ohne daß die Unterschiede so weit gingen wie bei anderen Weichtiergruppen. Nur bei den Chätodermatiden verschwinden allmählich die zu einer Reibplatte vereinigten Zähne, und es bildet sich dafür ein großer unpaarer Chitinzahn aus, der senkrecht steht. Wie die verschiedene Ausbildung der Radula, deren platte Zähne wohl mehr zum Schaben dienen, während gebogen-pfriemenförmige von beiden Seiten zufassen, so deutet auch die Ausstattung des Schlundkopfes mit einem oder mehreren Paaren von Speicheldrüsen, noch dazu von verschiedener Ausbildung, auf mancherlei Wechsel in der Behandlung der Beute. Bisweilen findet sich am Boden der Mundhöhle vor der Reibplatte ein Geschmackswerkzeug, das sogenannte Subradularorgan.



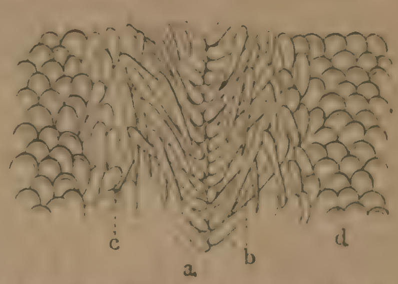
Chaetoderma nitidulum *Lov.*, rechts oben der Kopf. Vergrößert.

Das Herz liegt oben am Hinterende, kurz vor der Kloake, das Hauptblutgefäß läuft in der Mittellinie nach vorn als Aorta. Auffallend ist, daß die Geschlechtsdrüsen, die sich neben der Aorta erstrecken, in den Herzbeutel münden, durch den die Zeugungsstoffe hindurchtreten müssen. Er entsendet nach hinten zwei Gänge in die Kloake. Sie befördern Eier und Samen nach außen; dabei sind sie mannigfach erweitert als Schalendrüsen zur Versorgung der Eier mit einer Hülle und dergleichen. Vielleicht dienen sie gleichzeitig streckenweise als Absonderungsorgane oder Nieren. Bei manchen Formen finden sich an den Genitalöffnungen in besondere Taschen zurückziehbare Kloakenstacheln, die vermutlich bei der Begattung mitzuwirken haben. Schließlich können beide Genitalgänge zu einem gemeinsamen Geschlechtsatrium zusammentreten.

Als Atmungswerkzeuge kommen Kiemen in doppelter Ausbildung in Frage. Entweder ist es ein Kranz oder Kreisbogen fingerförmiger Ausstülpungen um den After oder — bei Chaetoderma — je ein gefiedertes Kiemenblatt rechts und links von diesem. Diese Organe können in die sich schließende Mantelhöhle zurückgezogen und aus der geöffneten nach hinten hervorgestreckt werden. Vermutlich wird die Respiration auch von der zarten, wimpernden Falte in der Bauchrinne ausgeführt.

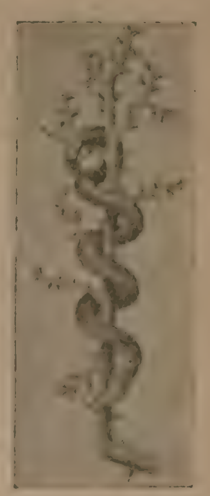
Zu diesen Besonderheiten des inneren Baues gesellt sich nun noch als hervorragende Eigentümlichkeit die dichte Bekleidung der Haut mit Kalkstacheln. Wo sie eine dicke Kutikula durchsetzen, sind es einfach zugespitzte Nadeln. Sonst können sie alle möglichen Gestalten haben, bald sind sie pfriemen-, bald schuppen-, bald messerklingen-, bald schaufel- oder löffel-, bald keulenförmig, bald hakig gebogen. Im allgemeinen sind sie nach hinten gerichtet

und verleihen dem Tier eine Art von Seidenglanz. Bald sind sie bei derselben Form gleichmäßig und nur wenig an Größe verschieden, wie die Stacheln von Chaetoderma oder die Schuppen von Lepidomenia *Kow.*, bald wechseln sie bei demselben Tier beträchtlich ab vom Rücken, der bisweilen gekielt ist, nach den Seiten, bilden scharfe Kanten neben der Bauchrinne, umgeben das dorsale Sinneswerkzeug mit einem schützenden Kranz langer Nadeln und dergleichen mehr (s. die Abbildung).



Körperbedeckung der Unterseite von Ismonia ichthyoides *Pruv.* Stark vergrößert. a Kalkstacheln, welche die Fußrinne bedecken, b falzbeinförmige Kalkstacheln, c kürzere Kalkstacheln, welche in die Schuppen d übergehen. Nach Bronn, „Klassen und Ordnungen des Tierreichs“, 3. Band, 1. Abt., Leipzig 1892—94.

Der einfache Bau, namentlich aber das Fehlen der höheren Sinneswerkzeuge, von Auge und Ohr, deuten auf geringe geistige Regsamkeit und Beweglichkeit. In letzterer Hinsicht kann man höchstens eine gewisse Konzentration des Hirns, selbst gegenüber den Plakophoren, zugunsten der Aplakophoren anführen, denn über dem Schlunde sind die Zerebralganglien abgerundet, während die übrigen Teile des Nervenzentrums, z. B. des Schlundringes und die seitlich und im Fuß bis zum Hinterende ziehenden Stämme einfache Markstränge bleiben. Es muß aber dahingestellt bleiben, ob die Hirnbildung einer besonderen Ausbildung des Vorderendes entspricht, wobei man an die reiche Cirrenbildung im Atrium zu denken hätte. In der Tat dürfte die eigenartige Ausprägung dieser Sinneswerkzeuge auf irgendeiner Besonderheit in der Lebenshaltung beruhen. Diese könnte wohl nur in der Ernährungsweise gefunden werden. Es scheint, daß alle Aplakophoren Raubtiere sind, die entweder kleinen Tieren im Bodenschlamm nachspüren oder auf Hydroiden- und Korallenstöcken hausen, von denen sie ihre Nahrung gewinnen, wie die abgebildete Myzomenia *Simr.* Einige kommen auf Seegras vor, von dem sie vermutlich tierischen Ansatz abweiden.



Myzomenia *Simr.* auf Lafoea dumosa.

Die Unsicherheit unseres Urteils, so gut wie die einseitige Ausbildung der Aplakophoren haben ihren Grund hauptsächlich in dem Aufenthalt der Tiere, der sie dauernder Beobachtung, auch im Aquarium, wenig zugänglich macht. Sie fehlen nämlich ganz in der Gezeitenzone und treten erst in ruhigerem Wasser auf; sie sind vorwiegend Stillwassertiere, welche die Brandung scheuen. Die Liste der 30 pazifischen Arten, die Heath beschrieb, zählt z. B. Fundorte auf, die zwischen 4000 und 40 m Tiefe liegen, dabei kommt nur ein einziger der Oberfläche so nahe; der wahre Aufenthalt beginnt unterhalb der Litoralregion, daher auch das Vorkommen auf Pflanzen wohl nur zu den Ausnahmen gehört oder doch schon eine Abweichung vom eigentlichen Haushalt der Gruppe darstellt. Die Verhältnisse in den übrigen Meeren liegen ähnlich, so weit bekannt. Am wenigsten wissen wir wohl noch von den Vorkommnissen bei Australien, Neuseeland, Südamerika und dem tropischen Afrika. Doch fehlen sie kaum in einem Meer ganz von der heißen Zone bis zur Arktis und Antarktis.

So eintönig das Äußere erscheint, hat man doch schon 42 Gattungen unterschieden, deren Benennung mit deutschen Namen völlig aussichts- und zwecklos wäre. Es sind eben

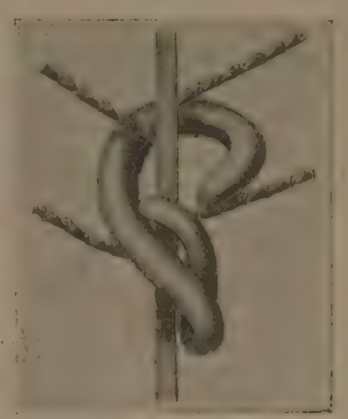
viele Einzelheiten, deren wechselnde Kombination einen großen Reichtum erzeugt und auf mancherlei Besonderheiten in der Lebensweise hinweist. Man hat die vielen Gattungen in vier Familien gruppiert, ohne daß eine von diesen den Eindruck einer enger geschlossenen Gruppe machte. Am meisten Anrecht auf engeren Zusammenschluß haben wohl die Chätodermatiden insofern, als sie sämtlich die Bauchfurche fast ganz eingebüßt haben und Schlammgräber geworden sind, unter starker Verlängerung und Ausbildung des Kopfendes zum Bohrstempel, unter Benutzung des Blutdrucks bei der Fortbewegung und dergleichen. Aber auch hier sind doch die Unterschiede sehr stark, zwischen dem schlanken, zum Teil eingeschnürten und verjüngten Chaetoderma und dem kurzen, gedrungenen Schlammgräber Limifossor *Heath* aus dem Stillen Ozean, der die gedrungene Zylinderform einer Neomenia unverändert beibehält. Der Bau der Radula, der Verlust der Bauchfurche, der Beginn einer Mitteldarmdrüsenausstülpung und dergleichen mehr stempeln Chaetoderma mit Bestimmtheit zum weitest abgeänderten Typus. Das Gemeinsame und Ursprüngliche aller Aplakophoren ist die Symbiose mit den Zölenteraten, wie sie in allen übrigen Familien wiederkehrt und weitaus vorwiegt. Man kann kaum zweifeln, daß die Tiere anfänglich mit und an den Hydrozoen- und Korallenstöcken in die Tiefe geraten sind und sie nur zu verlassen gezwungen waren, wo der weiche Schlickboden der Tiefsee den seßhaften Hohltieren keinen Halt mehr gewährte und sie zum Absterben brachte. Mit dem Übertritt auf und in den Schlick hat sich dann notgedrungen die Beweglichkeit gemehrt, daher auf uns diese Formen mit ihrer größeren Lebhaftigkeit zunächst mehr Eindruck zu machen vermögen.

Chaetoderma *Lov.* kommt nur auf Schlammgrund vor, und zwar an den Orten wenigstens, von wo genauere Angaben vorliegen, in ziemlich dichtem Bestand. Sein Kolorit ist di indifferente Farbe des Schlicks. Es ist befähigt, auf dem Boden langsam zu kriechen. Meisten hinterläßt es ganz unregelmäßige Fährten. Wenn es jedoch auf ebener Fläche geradeau kriecht, hält der Vorderkörper die gerade Richtung scharf ein, während die hintere Hälft abwechselnd nach rechts und links hinüberpendelt und entsprechende Eindrücke bewirk Für gewöhnlich steckt es indessen in selbstgegrabenen Löchern senkrecht im Schlamm. Dab schließt das hintere Körperende gerade mit der Bodenfläche ab, und nur die roten Kieme mit langsam rhythmischen Bewegungen ragen daraus hervor. Bei der geringsten Störun gräbt es sich blitzschnell mehrere Zoll tief in den Grund ein, daher es nur mit genügend b schwertem Schleppnetz zu erbeuten ist. Die ganze Gestalt ist auf das Bohren eingerichte wahrscheinlich hängt auch die schärfere Absetzung des Kopfes mit dieser Befähigung zu sammen. Der Kopf dient als Bohrstempel, während der Körper sich verlängert. Dieser erhä einen hinteren Fixationspunkt dadurch, daß sich die verlängerten Stacheln um die Kloa auseinanderspreizen und in die Wand des Ganges einstemmen. Umgekehrt schwillt das Vo derende an und fixiert sich so im Boden, so daß bei der Verkürzung des Leibes das Hinteren in die Tiefe nachgezogen wird. Niemals kommt das Tier aus demselben Loche, in dem eindrang, wieder heraus. Vielmehr beschreibt es im Boden eine Kurve und bohrt sich a neuem Wege an die Oberfläche, um dann das Spiel von neuem zu beginnen, auf ga neuer Bahn. Die Möglichkeit, die Oberlippe stark einzuziehen und die Mundöffnung n innen zu bergen, ist jedenfalls für die Bohrbewegungen besonders vorteilhaft.

Zur Ernährung kann wohl nur der Schlamm dienen mit seinen organischen, toten o belebten Bestandteilen. Es ist aber schwer, sich einen klaren Begriff von der Art der N rungsaufnahme zu machen. Dafür, daß der ganze Darm, wie bei einem Seeigel et mit Schlick sich füllt, scheinen keine Tatsachen zu sprechen; er wird oft leer gefunden o

doch nur mit geringem Inhalte. Eine gewisse Auswahl dürfte stattfinden, denn die sensitive Stirnknospe ist erhalten und in die Mundhöhle gerückt. Ebenso ist das Mundschild nervenreich. Eine Zerkleinerung und Vorverdauung bzw. Einspeichelung findet schwerlich statt. Diatomeen sollen die Nahrung bilden, ebenso Foraminiferen und andere Protozoen. Die Radula, zu einem senkrecht stehenden Chitinzahn umgebildet, dient keinesfalls mehr zum Kauen; Speicheldrüsen fehlen. Hat der Zahn die Aufgabe, durch Druck gegen die Mundhöhlendecke (Pharynx und Mundhöhle sind ja nicht gegeneinander abgesetzt) eingleitende Partikel zu zerquetschen? Dazu müßte wohl der Gaumen sozusagen eine Verhärtung zeigen, die nicht vorhanden ist. Stellt der Zahn einen Seihapparat dar, um den Innenraum der Mundhöhle zu verengern und größere Bissen auszuschließen? Vor der Hand ist sein Zweck noch rätselhaft.

Dieselbe Schwierigkeit erhebt sich bei den zahlreichen Formen, die sich auf den Polypenstöcken aufhalten. Wo die Radula fehlt, dürfte der Mund wie ein kurzer Rüssel Nahrung saugen. Wo sie vorhanden ist, deutet ihre verschiedene Ausbildung auf verschiedenen Gebrauch, so wie namentlich die wechselnde Form und Zahl der Speicheldrüsen auf mancherlei Angriffsweise, wo man an Betäubung, an Unschädlichmachen des Nesselgiftes, an Erweichung und Lösung denken mag und dergleichen mehr. Daß wenigstens unter Umständen die Polypen direkt gefressen werden, bezeugen Bissen von Alkyonarien, die sich im Mitteldarm fanden, so wie bei den Schlammbewohnern Urtiere und Kleinkrebse als Darminhalt die räuberische Lebensweise bekunden. Die Zahl der Hohltiere, auf deren Stöcken man Aplakophoren erbeutete, ist nicht gering; auf Campanularien, Sertularien, Aglaophenien, Gorgoniden, Alcyonarien, Edelkorallen und anderen. Zumeist sitzt der Schneckenwurm geschlängelt und geringelt auf dem Wirt, wenn wir das Zölenterat als solchen bezeichnen wollen (s. die Abbildung). Vielleicht hat man auch an Kommensalismus zu denken, so daß sich der Gast von den Nahrungsabfällen des Wirtes nähren würde. Die Bewegung wird wohl eine langsame sein, durch fortschreitende Krümmung und Schlängelung des Körpers bei langgestreckten Formen mit dünner Kutikula. Bei kurzen Formen und solchen mit derbem Panzer dient die vordere Grube vor der Bauchrinne als Haftorgan. Pruvot hat direkt beobachtet, wie die Wand der Fußdrüse sich ausstülpte und gegen die Unterlage drückte. Die Fußrinne mit ihrer Zilienauskleidung leitet den Schleim weiter, sie kann ein Schleimband erzeugen, das als längerer Faden das Tier an dem Gegenstand hält, von dem es sich etwa entfernt.

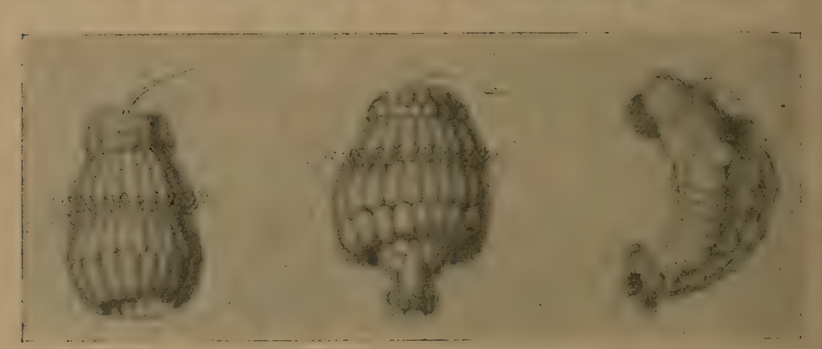

Rhopalomenia aglaopheniae *Kow. et Mar.* auf Aglaophenia.

Daß in der Tat die Fortbewegung bei bestehender Sohlenfurche nur von der Wimperung geleitet wird, scheint aus zwei Beobachtungen hervorzugehen. Pruvot gibt an, daß die Zilien vom Willen des Tieres abhängig seien, und Kowalevsky erzählt von der Rhopalomenia gorgonophila *Kow.*, daß sie nach Art einer Nemertine vorwärts kriecht, bis sie an ein Hindernis stößt. Da bleibt sie zunächst stehen und setzt sich darauf rückwärts, mit dem hinteren Körperende voran, in Bewegung. Solcher Wechsel ist am einfachsten durch Umschaltung des Zilienschlags zu erklären.

Wie innig die Tiere an ihre Wirte angepaßt sind, beweist die Beobachtung desselben

Forschers an Neomenia (Echinomenia) corallophila *Kow.*, die auf der Edelkoralle haust. Letztere hat bekanntlich eine rote Kalkachse, auf der weiße Polypen sitzen, die sich gegen die Spitze der Äste, wo das Hauptwachstum stattfindet, drängen, um nachher auseinanderzurücken. Dementsprechend trägt der Gast in seiner Haut über und über rote Punkte, die vermutlich mit dem Nervensystem zusammenhängen und lichtempfindlich sind. Die Haut ist dicht bedeckt mit weißen Kalkschuppen, etwa von der Form der Rosenstacheln, und diese Schuppen sind aufrichtbar. Werden sie niedergelegt, so sind sie allein sichtbar, und das Tier erscheint weiß; werden sie aufgerichtet, so kommt die Haut darunter zum Vorschein, und das Tier sieht rot aus. Die verschiedene Haltung der Schuppen richtet sich nun nach der Stelle, auf der das Tier sitzt; rot wird es auf der roten Kalkachse, weiß an den Zweigspitzen zwischen den weißen Polypen, eine einfache und einzigartige Anpassung.

Von der Fortpflanzung wissen wir leider wenig genug. Pruvot fand von der Rhopalomenia aglaopheniae *Kow. et Mar.* öfters zwei Exemplare zusammen verschlungen, allerdings ohne Gewähr, daß es zum Zwecke der Kopula geschah. Eine solche wird aber fast zur Gewißheit, wenigstens da, wo sich die Geschlechtswege zu einem Atrium vereinigen, und wo außerdem Kalkstachelr in besonderen Taschen daneben liegen. Sie mögen als Reizorgane dienen, vielleicht aber auch, wo sie rinnenförmig sind, den Samen übertragen. Die Befruchtung erfolgt in den Eileitern. Die Tiere sind, soweit bekannt, Zwitter, doch so, daß die männliche Reife der weiblichen vorangeht: sie sind protandrisch nach Art sehr vieler Mollusken.



Larvenstadien von Myzomenia.

Bei dem nordischen Chaetoderma nitidulum *Lov.* fällt die Geschlechtsreife in die kalte Jahreszeit. Die Entwickelung ist bisher nur an einer Form fragmentarisch beobachtet, nämlich von Pruvot bei Myzomenia *Simr.* Die Eier werden nicht zu einem Laich verbunden, sondern einzeln abgelegt, wenige auf einmal. Sie sind kugelrund, reichlich $^1/_{10}$ mm im Durchmesser und mit einer dünnen, elastischen Schale versehen. Nachdem die Furchung bis zu einer Gastrula geführt hat, d. h. zu einer konischen Form mit weiter unterer Öffnung, erscheinen die Wimpern, ein Kranz um die Mitte, ein Feld am Kopfende und eins um die Einstülpungsöffnung (s. die Abbildung). Aus dem vorderen Feld entwickelt sich ein apikaler Wimperschopf am Scheitel, der mittlere Wimpernkranz stellt das Velum oder Segel vor, das so vielen niederen Tieren zukommt. Das wimpernde hintere Feld streckt sich in die Länge. So erscheint diese Larve, die des Mundes entbehrt, gewissermaßen dreigliederig, vorn von großen Zellen bedeckt, die nachher abgeworfen werden, hinten hauptsächlich sich weiter teilend und wachsend. Dann treten seitlich und am Rücken Kalkplatten auf, Schuppen, die zunächst in den Hautzellen gebildet werden und dann frei hervortreten. Jetzt scheint die Larve zu schwer, als daß das Segel sie noch zu tragen vermöchte; sie sinkt zu Boden. Weiter hat man ihre Entwickelung und Umwandlung nicht

verfolgen können. Die Schuppen dieser jungen Bodenform sind aber verhältnismäßig groß, namentlich fällt in der Mittellinie des Rückens eine Reihe von sieben Platten auf, die dachziegelartig übereinander greifen. Sie haben eine gewisse Ähnlichkeit mit den Rückenplatten der Plakophoren oder Käferschnecken; und man verwendet sie, um die beiden Ordnungen auch auf Grund der Ontogenie in enge Verwandtschaft zu stellen.

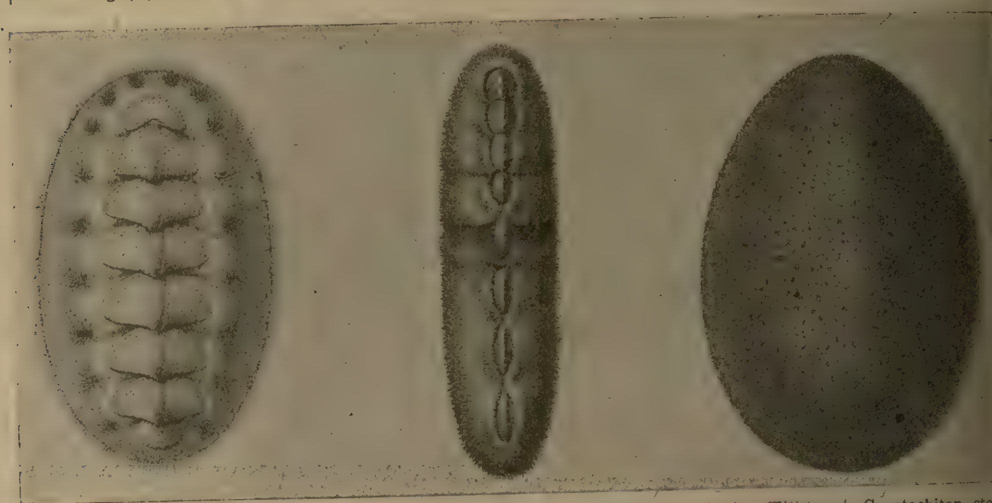
Zweite Ordnung:
Käferschnecken (Placophora).

Die Käferschnecken knüpfen gewissermaßen an die letztbesprochene Larve von Myzomenia an, indem der Rücken von einer gestreckten Schale bedeckt ist, die sich in acht übereinandergreifende Stücke zerlegt. Im allgemeinen bildet die Schale ein längliches Oval, dem in verschiedenem Abstand der Körperumriß parallel läuft. So der gewölbte Rücken. Anders die flache Bauchseite. Hier sehen wir vorn eine halbkreisförmige Kopfscheibe durch eine Querfurche von dem fleischigen Fuß abgegrenzt. Dieser ist durch zwei tiefe Längsfurchen, die gerade nach hinten ziehen, von den Seitenteilen abgesetzt. In der Mitte der Kopfscheibe liegt der Mund, hinten über dem Fuß der After. In den Längsfurchen, die als Mantelhöhle zu gelten haben, liegt jederseits, in verschiedener Ausdehnung, eine Reihe Kiemen, dazu, näher dem Hinterende, die voneinander getrennten Geschlechts- und Nierenöffnungen. Als Mantel hat die ganze Haut von der Mantelrinne bis hinauf zur Schale zu gelten, und wie bei den Aplakophoren ist die ganze Fläche mit kalkigen Stacheln bedeckt. Ein wesentlicher Unterschied liegt nur darin, daß der Mantel durch die äußere Umrißlinie des Körpers, in der Regel wenigstens, scharf in eine obere und eine untere Fläche zerlegt ist; das wird bedingt durch die Gewohnheit, die Unterseite fest gegen die felsige Unterlage zu drücken. Ein anderer Unterschied liegt in den wesentlich abweichenden Größenverhältnissen; die Plakophoren sind im allgemeinen viel größer als die Aplakophoren. Wenn auch die Länge bei den kleinsten Formen 1 cm nur wenig übertrifft, so erreichen doch viele Faustgröße, ja einzelne ein Gewicht von 1, selbst von mehreren Kilogrammen.

Ehe wir uns die Einzelheiten und die Abweichungen im äußeren Bau ansehen, werfen wir einen Blick auf das Innere. Da ist, entsprechend dem vermehrten Umfange, manches anders geworden. Das Nervensystem ist allerdings dasselbe geblieben, die vier durch Querkommissuren verbundenen Markstränge. Vorn ist es zum Schlundring geschlossen, der in gewisser Hinsicht einfacher bleibt, was auf eine noch gleichmäßigere Lebensweise hindeutet; es bildet sich nämlich kein konzentriertes Hirn oder Zerebralganglion aus, sondern auch der obere Teil des Schlundringes ist ein einfacher Markstrang. Der Mund führt in einen geräumigen Schlundkopf mit derber Raspel, die in einer langen, schlauchförmigen Radulascheide abgeschieden wird und immer von hinten nach vorn nachrückt. Meist erreicht sie den dritten Teil der Körperlänge. Jede der zahlreichen Zahnreihen besteht aus 17 Zähnen, die im allgemeinen flache, pflastersteinartige Platten darstellen; die mittleren sind die schwächsten. Dann folgt aber jederseits eine Platte, die mit einer hervorragenden, starken, einfachen oder mehrfach eingeschnittenen Schneide versehen ist. Diese Schneiden sind von rechts und links einander zugekehrt und dienen zum Fassen und Abreißen kleiner Nahrungsteilchen. Der Darm wird völlig anders; er ist langgestreckt und vielfach gewunden und mit einer großen Verdauungsdrüse oder Leber ausgestattet. Der Blutlauf ist, entsprechend der

starken Leibesmuskulatur und den langen Kiemenreihen, kompliziert. Das Herz liegt oben in der Mittellinie unter den letzten Schalenplatten als eine gestreckte Kammer, in die von beiden Seiten ein Paar oder mehrere Paare Vorkammern einmünden. Der Herzbeutel hat sich von der Geschlechtsdrüse getrennt, so wie diese von der Niere. Der Zusammenhang wird nur noch insofern gewahrt, als die beiden Nieren, wie bei den Mollusken schlechthin, noch durch einen feinen Kanal mit dem Herzbeutel in Verbindung stehen, so daß die Ausscheidung eigentlich im Herzbeutel beginnt. Die Geschlechtsdrüse, ebenfalls in der Mittellinie des Rückens gelegen, hat nach jeder Seite einen einfachen Ausführungsgang ohne alle Anhänge.

Kehren wir zum Mantel zurück! Wenn vom Rücken des jungen Tieres die Schalstücke abgeschieden werden, schieben sich die Ränder des Mantels darüber hinweg nach der



Käferschnecken: Acanthochites fascicularis *L.* (links), Cryptoplax ocularis *Q. G.* (in der Mitte) und Cryptochiton stelleri *Midd.* (rechts), von oben gesehen.

Mitte zu und lagern allerlei Schichten auf die Kalkplatten auf. Diese Schichten bestehen der Hauptsache nach aus der eigentümlichen organischen Grundlage der Weichtierschale, dem Konchin, das dem Chitin der Gliederfüßler verwandt ist. Verbreitert sich die eigentlich Kalkschale, so verdickt sich auch die sie bedeckende Konchinschicht, das Periostrakum, das i diesem Falle Tegmentum oder Deckschicht genannt wird, indem die Mantelkante, die e abscheidet, nach den Seiten zurückweicht. So erhält jedes Schalstück einen äußerst zierlicher nach der Seite verdickten Überzug, der in der verschiedensten Weise gefeldert, gestrichelt, ge zähnelt, beperlt sein kann (s. die Abbildung). Aber noch mehr. Aus den geschilderten Wachstumsverhältnissen geht hervor, daß der Mantel anfangs die Schale viel weiter bedeckt a später, da er ja erst durch die seitliche Zunahme der Kalkplatten zurückgedrängt wird. S kommt es, daß er nicht immer nur die Ausscheidung des Konchins, das Tegmentum, a den Kalkplatten zurückläßt, sondern oft genug auch Gewebsteile. Mit anderen Worten: d Tegmentum ist bei vielen Käferschnecken von Kanälen durchbohrt, die von der Seite, vo Mantel her, eindringen, an der Oberfläche sich öffnen und Bindegewebe, Blutgefäße u Nerven enthalten, die in Sinneswerkzeugen endigen, auf die wir gleich zurückkommen. D Kalkplatten selbst entwickeln am Rande Insertionsplatten, Fortsätze, mit denen sie seitli tiefer in die Hautmuskulatur eindringen oder an den Querrändern, welche die Schalstü

trennen, ein wenig unter die Nachbarn hinweggreifen und deren gegenseitige Gelenkung regeln, daher man jede Kalkplatte auch als Glieder- oder Gelenkstück, Artikulamentum, von dem sie bedeckenden Tegmentum unterscheidet.

Bei manchen Formen, wie dem auf S. 398 abgebildeten Cryptochiton *Gray*, zieht sich der Mantel gar nicht von den Schalstücken zurück, sondern überwächst sie ganz, so daß man von außen nichts mehr davon bemerkt. Das pflegt die Körperform etwas zu vereinfachen, insofern als ringsum keine scharfe Kante entsteht. Das ganze Tier nimmt etwa die Gestalt eines Eies an, das an der Seite des Kopflappens und Fußes etwas abgeplattet ist.

Cryptoplax *Blv.* oder Chitonellus *Lam.* (s. die mittlere Figur auf S. 398) ist ein in etwas anderer Richtung entwickelter Typ. Die Schalstücke sind zwar noch von außen sichtbar, aber sie sind kleiner und schmäler geworden und rücken auseinander, so daß sie sich zum Teil nicht mehr berühren. Damit hängt die Verschmälerung und Verlängerung des ganzen Tieres zusammen, es wird mehr wurmförmig. Am auffallendsten ist dabei vielleicht die starke Verschmälerung des Fußes. Er bildet nicht mehr die breite, fleischige Kriechscheibe, sondern nähert sich in seinen Verhältnissen der feinen Falte in der Fußrinne der Aplakophoren.



Elegante Käferschnecke, Chiton elegans *Frmbl.* Natürliche Größe.

Bei allen übrigen Formen, d. h. zahlreichen Gattungen mit Hunderten von Arten, ist der Mantel durch die Kante in die flache Unterseite zwischen Kante und Fußrinne und die gewölbte Oberseite zwischen Kante und Schale zerlegt. Die letztere wird wohl auch als Gürtel bezeichnet, der Form und Lage entsprechend. Mit dieser Weiterbildung hängt eine verschiedene Ausgestaltung aller der feinen Abscheidungen zusammen, die hier, wie bei den Aplakophoren, vom ganzen Mantel geliefert werden. Sie bestehen so gut wie die Schale und namentlich das Tegmentum aus Konchin und Kalk, aber in sehr verschiedener Ausprägung, so daß man die Stacheln in Zylinder- und Schuppenstacheln getrennt hat.

Die Schuppenstacheln können die Grundlage auch der Oberseite, des Gürtels, abgeben (s. die Abbildung auf S. 398), vor allem aber wiegen sie auf der Unterseite vor. Es sind harte, meist rautenförmige, flache, scharfrandige, porzellanartige Platten, die sich zu einem hübschen Mosaik ordnen, doch liegen sie nicht ganz glatt, sondern die einzelnen sind etwas schräggestellt, so daß die Ränder rauh hervortreten; denn sie haben die Aufgabe, die Käferschnecke am Felsen zu befestigen, wozu aus hartem Material sich schwerlich eine bessere Konstruktion erfinden läßt.

Die Zylinderstacheln gehören mehr der Oberseite, dem Gürtel, an. Ihre Gestalt wechselt von der kurzen Keule bis zum dicken Stachel und der feinen Borste, bald derb und

kalkreich, bald mehr aus Konchin gebildet und biegsam. Während die Schuppenstacheln der Haut flach aufgewachsen sind, sind die Zylinderstacheln unten abgerundet und sitzen in einem Konchinring wie in einer Gelenkpfanne. Durch den Ring tritt ein Gewebstrang, der den Stachel mit der Haut verbindet, mit mancherlei feiner Ausprägung. Hier kann wohl kein Zweifel sein, daß diese Stacheln als Gefühlswerkzeuge dienen. Sie sind bald gleichmäßig über den Gürtel verstreut, bald außerdem in regelrechte Gruppen geordnet. Bei dem auf S. 398 abgebildeten Acanthochites *Leach* bilden sie je ein Büschel an der Grenze zwischen zwei Schalenplatten, dazu mehrere vorn im Halbkreis vor der ersten Platte; außerdem ist die ganze Kante, die den Boden abzufühlen hat, mit langen Stacheln besetzt. Die derben Acanthopleura-Arten, „Seitenstachler", haben ihren Namen von den langen Konchinborsten, die rings auf dem Gürtel stehen.

Damit sind wir zu den Sinneswerkzeugen übergegangen und haben von diesen eine reiche und eigenartige Gruppe kennengelernt. Bemerken wir kurz, daß es mit den gewohnten Sinnen schlecht genug steht, Kopfaugen und Gehörkapseln, Statozysten, fehlen. Zur Prüfung des Atemwassers sind wohl in der Kiemengegend nervöse Geruchsleisten vorhanden, ferner im Schlundkopf ein Subradularorgan, das den Geschmack vermittelt, dieses wohl noch in bester Entfaltung. Dazu kommt noch eine merkwürdige Gruppe von Sinnesorganen bei jenen Formen, deren Tegmentum, wie vorhin beschrieben, von Kanälen dicht durchsetzt ist. Die Gewebstränge, die hier vom Mantel aus eindringen, verlaufen zunächst parallel der Rückenfläche und biegen dann nach oben um, um frei in der Öffnung zu enden. Ein etwas weiterer Kanal ist jedesmal von einem Kreis engerer Kanäle umgeben, die sich von ihm abzweigen. Jeder Gewebstrang endet mit einer kreisförmigen Konchinkappe, die genau in die Öffnung paßt; die in den weiteren Kanälen ist also entsprechend größer als die in den engern. Man nimmt meist an, daß die Organe dazu dienen, verstärkten Wasserdruck wahrzunehmen. Auf eine andere Bedeutung kommen wir bei der Lebensweise zurück. Hier mag nur noch der Hinweis auf die Ähnlichkeit zwischen diesen Organen und den keulenförmigen Hautfortsätzen, welche bei den Aplakophoren mit dicker Kutikula in sie eindringen (S. 391), am Platze sein. Es fehlt nur, daß die Stränge nach der Oberfläche durchbrechen und eine kreisförmige Kappe aus der Kutikula herausschneiden.



Schizochiton incisus *Sow.* Vorderstes Schalenstück mit sechs Augenreihen. Schwach vergrößert.

In einer anderen Richtung haben sich diese Stränge bei den Käferschnecken entwickelt, wo die Kutikula über dem Kanal durchsichtig wird und sich linsenartig verdickt. Hier entstehen Augen, indem sich eine Art Glaskörper bildet und dahinter eine Netzhaut mit Seh- und Pigmentzellen. Das Wunderliche ist, daß solche Augen am Rande der wachsenden Schale immer neu entstehen, das ganze Leben hindurch. Moseley berechnete die Zahl der Schalenaugen bei einer Art auf mehr als 11000.

Für die Färbung kommt natürlich in erster Linie die Oberseite in Betracht. Sie zeigt meist ockerige und braune Töne, doch sieht man auch mancherlei Zeichnung und Fleckung in allen Regenbogenfarben, grün, rot usw., was bei der Verteilung auf die Skulpturen und der Wiederholung auf den Schalenplatten hübsche Muster ergibt, ohne daß

man indes bisher viele besondere Beziehungen zur Umgebung herausfinden könnte. Immerhin ist die Bemerkung am Platze, daß bei Neapel der rote Chiton rubicundus *Costa* von den roten Korallinen, auf denen er in 50—60 m Tiefe lebt, sich kaum unterscheiden läßt.

Wie finden sich diese wunderlich ausgestatteten Tiere mit dem Leben ab? Lediglich auf den Boden angewiesen, bewohnen sie alle Meere mit dem normalen Salzgehalt des Ozeans und alle Tiefen von der Strandlinie bis zu 4000 m und mehr hinunter. Sie unterscheiden sich also wesentlich von den Aplakophoren, die vom Litoral ausgeschlossen sind. Der Abstand wird um so größer, als sie ihre Hauptentfaltung geradezu in der Brandungszone haben. Die wenigen Bewohner der Tiefsee zeigen den einfachsten Bau und gleichen darin den ältesten Vorläufern aus der paläozoischen Periode. Der Wellenschlag des Gezeitengürtels ist es, der die weitere Aus- und Umbildung veranlaßt hat. Hier finden wir die größten Arten und die stärkste Ausprägung der Schale und des Mantels, die längsten Zylinderstacheln und vor allem die größten Insertionsplatten, die den Muskeln der Haut den breitesten Halt gewähren. Denn es kommt darauf an, dem Wogenprall zu widerstehen und sich am Felsen festzuhalten, den Fuß und die Unterseite des Mantels dagegendrückend und als Saugnapf benutzend.

Eine Ausnahme machen bloß die wurmförmigen Kryptoplaziden; sie leben auf Riffkorallen, in deren Ritzen sie hausen, in merkwürdiger Übereinstimmung mit den Aplakophoren, wohl eine Andeutung von gemeinsamer Wurzel und Herkunft. Ja, es läßt sich an diesen Formen zeigen, wie sie allmählich von dem Zusammenleben mit den lebendigen Hohltieren, von denen sie zunächst ebenso abhängig gewesen zu sein scheinen wie die Aplakophoren, sich frei zu machen gezwungen werden. Geographisch bewohnen sie zwei ganz getrennte Gebiete, Westindien und die Inseln der Südsee im Anschluß an Südostasien, sie sind also so tropisch wie die Riffkorallen selbst. Die Erklärung findet sich in der Pendulationstheorie, nach der die Erde zwei feste Pole hat, den Ostpol Sumatra und den Westpol Ecuador, während die Nord-Südachse langsam auf dem halbierenden Meridian, dem Schwingungskreise, d. h. dem 10. Grad östl. Länge von Greenwich, hin und her pendelt. Die Pendelschwingungen bedeuten die Perioden der Geologie. Die starken Verschiebungen unter dem Schwingungskreise, welche die Lebewesen fortwährend unter andere Breitengrade und damit in anderes Klima brachten, bewirkten im wesentlichen deren Umbildung und sekundär deren Ausbreitung. Wenn die Kryptoplaziden bei uns in Afrika-Europa während polarer Schwingungsphasen, d. h. in der paläozoischen oder in der Tertiärzeit, nach Norden versetzt wurden, so wichen sie der Kälte aus, indem sie nach Südwest und Südost auswanderten. So kamen sie in ihre heutigen Wohnorte. Man könnte wohl die Theorie für Erklärung der getrennten Wohngebiete beiseite lassen, wenn sie nicht noch Wichtigeres leistete. Seit der Eiszeit schwanken wir wieder nach Süden, die abgewendete nördliche Hälfte des Stillen Ozeans aber nach Norden. So ist es gekommen, daß tropische Korallenriffe bis nach Japan hinauf verschoben wurden, wo sie, da das Klima nicht mehr ausreichte, zum Absterben kamen. Auf diesen toten japanischen Riffen aber hausen noch zwei Cryptoplax-Arten als die nördlichsten Vertreter der Familie. Es versteht sich von selbst, daß sie die Abhängigkeit von den lebenden Korallen, die bei den übrigen Verwandten hervortritt, aufgegeben haben müssen. Leider wissen wir von diesen interessanten Beziehungen nichts Näheres.

Alle übrigen Käferschnecken, d. h. die große Masse, sitzen an Steinen (s. Tafel „Weichtiere I", 1, bei S. 424), nie an organischem Material. Manche, wie Schizochiton *Gray*, verkriechen sich mehr unter Steinen. Je stärker die Brandung tost, um so fester saugen sie sich an.

Werden sie trotzdem gewaltsam losgerissen, dann kugeln sie sich asselartig zusammen, um sich nur langsam wieder zu strecken. Blainville erzählt, daß ein Tier dazu 7—8 Tage gebrauchte. Beim Kriechen wird die Unterseite des Mantels etwas vom Boden erhoben. So träge die meisten zu sein scheinen, so gibt es doch einige, die leidlich flott vorwärts kommen. Fischer sah einen Chiton fulvus *Wood* schnell und hoch an einer Ankerkette aufsteigen. Vielleicht kommt solche Bewegung doch öfter vor, als wir glauben, denn die Plakophoren scheinen nächtliche Tiere zu sein. Da viele an der Flutgrenze leben, ertragen sie das Freiliegen an der Atmosphäre ohne Schaden. Ja, sie scheinen selbst Luft in die Kiemenhöhle einzunehmen, wenigstens sieht man, nach Blainville, aus dieser auf stärkeren Reiz Wasser und Luft entweichen. Dem entspricht die Angabe von Hedley, wonach ein australischer Chiton an der oberen Flutgrenze lebt, wo er nur gelegentlich vom Wasser erreicht werden mag.

Die Nahrung besteht jedenfalls aus dem organischen Überzug der Felsen. Ob aber dabei mehr Algen oder mehr Tiere von den hervorragenden, wie eine Zange wirkenden Zähnen ergriffen werden, erscheint fraglich. Nach der Literatur würden die Tiere Pflanzenfresser sein, denn man findet im Darm häufig Diatomeen; bei dem großen Cryptochiton stelleri *Midd.* vom Beringsmeer traf Middendorff sogar über zollange Algenfäden. Das mag aber wohl daran liegen, daß die Pflanzenzellen durch ihre Zellulose- oder Kieselmembran viel besser gegen die Verdauungssäfte geschützt sind als das nackte Protoplasma der Kleintierwelt, die sich überall auf den Felsen ansiedelt. Das Subradularorgan deutet sogar auf eine gewisse Auswahl nach dem Geschmack. Vielleicht kommen selbst speziellere Anpassungen vor. Man hat gewisse Arten bisher, wie es scheint, nur auf bestimmten Muschelschalen gefunden, z. B. Chaetopleura bullata *Carp.* auf Spondylus calcifer, Ischnochiton exiguus *Sow.* auf Perlmuscheln. Ob damit ein Kommensalismus sich verbindet, ist indes noch nicht geprüft. Die Ähnlichkeit oder Gleichheit der Nahrung, mikroskopische Organismen, legt den Gedanken nahe. Die Kotentleerung erfolgt bald nach rechts, bald nach links vom Hinterende, jedenfalls durch die Bewegung der Afterpapille.

Noch bleibt uns die Erklärung der wunderlichen Sinneswerkzeuge übrig. Das Fehlen der Gehörkapseln hängt jedenfalls mit der Trägheit zusammen. Die Zylinderstacheln sind Gefühlsapparate. Die Schalenaugen können, wo sie vorhanden sind, schwerlich zu einem genauen Erkennen der Außenwelt dienen, wohl aber Schattenwirkungen wahrnehmen, und das kann von Wert sein, wenn die heran- und herüberstürzende Woge allgemeine Muskelanspannung zu festerem Ansaugen erheischt. Ebenso können die großen und kleinen Sinnesorgane mit ihren Konchinkappen recht wohl den Druck der Wellen zur Wahrnehmung bringen mit demselben Erfolg für die Muskulatur.

Wahrscheinlich aber hat diese Einrichtung noch eine ganz andere Nebenbedeutung. Wie die Molluskenschale schlechthin, ist auch die der Käferschnecken allerlei Angriffen ausgesetzt von Bohralgen, Bohrschwämmen, bohrenden Würmern und anderen. Dazu kommt aber noch die Wirkung der Brandung, die mit ihrem Sand die Schalenoberfläche überaus stark angreift und abreibt. Hier leisten die Kappen den besten Widerstand und Ersatz, da sie mit lebendem Gewebe zusammenhängen und fortdauernd von ihm aus durch Abscheidung verdickt werden.

Die Tiere scheinen durchweg getrennt geschlechtlich zu sein. Bei der geschilderten Einfachheit der Fortpflanzungsorgane ist Begattung ausgeschlossen. Beide Geschlechter entleeren ihre Produkte ins Wasser, wo die Befruchtung stattfindet. Die runden Eier haben eine zierliche Schale, mit Buckeln oder Dornen besetzt. Sie werden entweder durch Schleim zu einem Laich verbunden, der wohl mehr als 1000 Stück enthalten kann, oder in kleinere

Gruppen an Steinen befestigt, bei den europäischen Formen, soweit beobachtet, im Frühling oder Frühsommer. Einzelne Arten üben Brutpflege aus, indem das Weibchen die Eier in der Kiemenhöhle behält. Der Unterschied in der Entwickelung ist der, daß dann die Jungen auf einer reiferen Stufe die Eischale verlassen. Die Furchung hat Ähnlichkeit mit der der Aplakophoren; nachdem sich am vegetativen Pol die Einstülpung zur Gastrula vollzogen hat, bekommt der Embryo am animalen Pol einen Wimperschopf und namentlich vor dem Munde den Wimperkranz, das Segel oder Velum, mit dessen Hilfe sich die eben ausschlüpfende Larve oder der Veliger schwimmend durch das Wasser bewegt, bis sie nach kürzerer Zeit auf den Boden sinkt und sich in die vollendete Form umwandelt. Sie streckt sich und plattet sich ab. Der Rücken gliedert sich zunächst in sieben Stücke, d. h. so viel Platten, als auch bei der Aplakophorenlarve zu sehen waren. Die achte Schalenplatte kommt erst später dazu, in seltenen Fällen unterbleibt ihre Anlage ganz. An den Querlinien, welche die Felder trennen, beginnt unter der Oberfläche die Kalkablagerung. Früh schon zeigen sich in der oberflächlichen Konchinschicht, dem Tegmentum oder Deckstück, die ersten Poren, die nachher von den Kappen der Sinnesorgane ausgefüllt werden. Die Stacheln legen sich bald an. Dieser Jugendform sind zwei Organe eigen, die nachher verschwinden: ein Paar Augen und eine große Fußdrüse vor dem Fuß. Die letztere erinnert an die Grube vor der Bauchfurche der Aplakophoren; die Augen liegen merkwürdigerweise nicht am Kopf, sondern hinter dem Segel.

Die Wachstumsgeschwindigkeit der Käferschnecken kennen wir leider nicht, ebensowenig ihre Lebensdauer, noch das Alter, in dem sie mannbar werden, wie bei den meisten Seetieren.

Allzu viele Feinde dürften die Käferschnecken nicht haben bei ihrem vorzüglichen Schutzpanzer. Der Mensch genießt hier und da, z. B. von großen Akanthopleuren, den Fuß roh (Beef, bos marinus). Eine Art soll, nach Guilding, giftig sein.

Eigentümlich ist ein alter Gebrauch als Amulett, das die Erfüllung aller Wünsche gewährleistet. Das französische Wort für Käferschnecke, „Oscabrion", stammt vom irischen Oscabiorn. „Biorn" bedeutet „Seeigel", und der erste Stamm „wünschen". Ein Stein aus dem Tier hat die ersehnte Wirkung. — —

Im ganzen bieten die Amphineuren trotz aller Verschiedenheiten ein ziemlich einheitliches Bild. Der wichtigste gemeinsame Zug der beiden Ordnungen dürfte die Symbiose mit den Zölenteraten sein, an denen sich von den Plakophoren nur noch Cryptoplax erhält, der daher auch die meiste Ähnlichkeit mit den Aplakophoren hat. Der Hauptunterschied beider Gruppen liegt in der Tiefenschicht, in der sie ihre weitere Ausbildung erfahren haben, die Aplakophoren unterhalb der Litoralregion, die Plakophoren in der Brandungszone. Die Aplakophoren sind im weitest abgewichenen Zweig, Chaetoderma, Schlammgräber geworden; die Plakophoren haben sich in der tosenden Brandung immer fester am Felsen festgesetzt und der Unbill trotzen gelernt.

Zweite Klasse:

Grabfüßer (Scaphopoda).

Die Grabfüßer sind wiederum eine rein marine Gruppe, aber zum erstenmal eine mit einheitlicher Schale. Sie graben im Sande, wie Chaetoderma im Schlick, aber nicht, indem sie das Kopfende schlechtweg, sondern den wohlentwickelten Fuß als Bohrstempel benutzen. Die Schale der bekanntesten Gattung, Dentalium *L.*, Meerzahn oder Elefantenzahn,

hat die Gestalt eines Elefantenstoßzahns, der hohl und an beiden Enden offen ist. Die konvexe Seite ist die Bauchseite. Wie die Schale zustande kommt, ergibt sich nicht nur aus der Entwickelungsgeschichte, sondern ebenso aus einigen Formen, bei denen sie an der Bauchseite auf der zugespitzten Hälfte noch einen Längsschlitz hat. Bei Schizodentalium *Sow.* ist dieser in eine Reihe schmaler Löcher zerlegt. Die Schale wird erst als Rückenbedeckung angelegt und wächst dann sattelförmig nach unten, um sich zuletzt unten zum Rohre zu schließen. Bei dem kleinen Cadulus *Phil.* tritt die Form am klarsten hervor; hier bleibt die Schale kurz und verjüngt sich nach dem Vorder- und dem Hinterende. Die dicke Mitte entspricht dem gedrungenen Rumpf. Aus dem Hergang der Schalenbildung schließen wir natürlich auf den gleichen am Mantel, von dem sie abhängt. So hat man wohl daran gedacht, die Skaphopoden mit den Muscheln in näheren Zusammenhang zu bringen, indem man sich deren beide Schalenklappen oben und unten verwachsen und zum Rohr umgewandelt denkt. Wie bei ihnen streckt sich der fleischige Fuß nach vorn heraus. Indes zeigen sich doch in der ganzen Organisation wesentliche Unterschiede. Der Rumpf reicht, wie gesagt, nur bis zur Mitte der Schale, wo der Fuß mit dicker Wurzel entspringt. Ebenda liegt in der Mittellinie der After, mit den Nierenöffnungen daneben. Die ganze Hinterhälfte beruht auf einer nachträglichen Verlängerung. In der Breite des Afters verengert sich der spaltförmige, zwischen dem Mantel und der Bauchseite des Tieres befindliche Mantelraum durch einen ringförmigen Vorsprung, eine Art Scheidewand, welche die vordere Mantelkammer von der hinteren unvollkommen trennt. Durch Wimperspiel wird indes ein ununterbrochener Wasserstrom durch die ganze Länge von der vorderen Schalenöffnung bis zur hinteren unterhalten.



Gemeiner Elefantenzahn, Dentalium vulgare *L.* Natürliche Größe.



Siphonodentalium lofotense *M. Sars.* Aus Bronn, „Klassen und Ordnungen des Tierreichs", 3. Band, 1. Abt., Leipzig 1892 bis 1894.

In der vorderen Mantelkammer befindet sich zunächst der zylindrische Fuß, der durch Blutdruck geschwellt und vorgestreckt, dur[ch] Muskeln zurückgezogen werden kann. Eine Längsvertiefung a[uf] seiner Oberseite hat zu dem wenig passenden Namen Scaphopod[a] „Kahnfüßer", Anlaß gegeben. Wichtiger ist, daß der Fuß am Vo[r]derende Erweiterungen trägt, bei Dentalium einen rechten und ein[en] linken Lappen, bei dem kleineren Siphonodentalium *Sars* eine n[ach] Art eines Zahnrades gezackte Scheibe. Die Erweiterungen könn[en] zusammengefaltet werden. In dieser zugespitzten Form wird [der] Fuß leicht in den Sand vorgetrieben, dann werden die Lappen oder die Scheibe abgesprei[zt.] Sie wirken jetzt wie Ankerzähne, so daß bei Verkürzung des Fußes durch die Muskeln [die] Schale ruckweise nachgezogen wird, eine vorzügliche Grabvorrichtung.

Über dem Anfang des Fußes liegt ein nach vorn vorspringender Kegel, mit der Mu[nd]öffnung auf der Spitze. Sie wird von einer Anzahl gelappter Fühler, einem halben Dutze[nd] etwa, in sternförmiger Anordnung umgeben. Durch sie gelangen wir in die Mundhö[hle] mit seitlichen Erweiterungen oder Backentaschen, weiter in den Schlundkopf mit kräfti[ger] Radula, deren hervorragende Zahnschneiden mit glatter Kante einander von rechts und li[nks]

zugekehrt sind, wie bei einer Kneipzange. Vor und unter der Raspel liegt das Subradular- oder Geschmacksorgan. Der Darm windet sich mehrfach und trägt eine große Mitteldarmdrüse oder Leber. Eigentliche Speicheldrüsen fehlen, dagegen hat der Schlund ähnliche drüsige Taschen wie die Mundhöhle. Wie die „Leber", liegt auch die einfache Geschlechtsdrüse in der Mittellinie unter dem Rücken. Ihr Ausführgang, ohne alle Anhänge, öffnet sich in die eine Niere und durch diese nach außen. Die Geschlechter sind getrennt.

Doch kehren wir ans Vorderende zurück! An der Basis des Mundkegels, der beinahe wie ein Kopf abgesetzt ist, sitzt jederseits ein flacher, kurzer Anhang, das Fühlerschild, besetzt mit einer großen Zahl langer, am Ende keulenartig angeschwollener Fäden, von denen wir in der oberen Abbildung auf S. 404 einige aus der vorderen Mantelöffnung herausgestreckt sehen. Sie sind weit kürzer auf der inneren, dem Mundkegel zugewendeten Seite, scheinen aber während des Lebens allmählich noch an Zahl und Länge zu wachsen und dann auf die Außenseite zu rücken. Die inneren erinnern an die Cirren der Aplakophoren. Ihre Deutung hat viel Mühe gemacht, doch läßt sich jetzt wohl ein bestimmteres Urteil aussprechen. Jedes Fühlerschild ist im Grunde ein Fühler, wie wir ihn bei den Schnecken kennen, anfänglich, wie bei vielen Wasserschnecken, mit kurzen, kegelförmigen Sinneswerkzeugen, sogenannten Sinnesknospen, besetzt. Diese verlängern sich, um den im Schlamme hausenden Kleintieren, zumal den Foraminiferen, nachzuspüren und sie zu fangen. Man hat die Fäden daher mit Recht als Fangfäden oder Captacula bezeichnet. Jedes Captaculum hat einen muskelkräftigen, biegsamen und stark zusammenziehbaren Stiel, in der Keule aber einen Nervenknoten, der mit den zahlreichen Sinneszellen der Haut in Verbindung steht, dazu eine Reihe von Schleimdrüsen, wie sie den verschiedensten Hautstellen nach Weichtierart zukommen; hier wirken sie als Klebdrüsen, um die Beute festzuhalten, die dann dem Munde zugeführt wird. Captacula, Kopfkegel und Fuß können alle zurückgezogen und in der Schale geborgen werden, worauf die vordere Öffnung durch den dicken, mit einem Ringmuskel versehenen Mantelrand verschlossen wird.



Dentalium *L.*, von der rechten Seite im Durchschnitt gesehen. Die Bluträume sind dunkel gehalten. Vergrößert. a vordere, a' hintere Mantelhöhle; b Mundkegel mit Fühlerlappen, c After, d Fuß, e Ansatzstelle der Captacula. Nach Bronn, „Klassen und Ordnungen des Tierreichs", 3. Band, 1. Abt., Leipzig 1892—94.

Von besonderen Sinneswerkzeugen ist noch der Ohrkapseln oder Statozysten zu gedenken, die bei der kräftigen Fortbewegung als Gleichgewichtsorgane vonnöten sind. Die rundlichen Blasen, mit vielen Hörsteinchen, liegen, wie gewöhnlich, neben den Fußganglien, wiewohl sie, ebenso der Regel folgend, mit den oberen Schlundganglien oder dem eigentlichen Hirn in Verbindung stehen. Bei der Regsamkeit, welche die Grabfüßer trotz ihrer verborgenen Lebensweise bekunden, ist das zentrale Nervensystem ganz über die Stufe der Markstränge hinausgekommen, alle Ganglien sind gut abgeschlossen, aber, durch Kommissuren verbunden, ziemlich weit im Körper zerstreut, die Pedalknoten ebensoweit von den zerebralen entfernt wie die viszeralen. Daß die Augen fehlen, entspricht der Lebensweise.

Besondere Kiemen sind nicht vorhanden, die ganze Haut besorgt die Atmung, namentlich

kommt die Gegend des Afters in Betracht, wo sich der Ringmuskel im Mantel erhebt. Dazu der **Enddarm**, der regelmäßige Schluckbewegungen ausführen. An ihm findet sich noch eine **Ausstülpung**, die sogenannte Rektaldrüse, die in zwei lange Schläuche zerfällt. Da ihnen die Wimperzellen fehlen, scheint es richtiger, die Rektaldrüse als Wasserlunge zu deuten, wie eine solche bei den Seewalzen (s. S. 354) besonders entwickelt ist. Mit dem Mangel besonderer Atmungswerkzeuge hängt wohl die schwache Anlage des Herzens zusammen. Das Blut, so wichtig es ist für die Schwellung der Körperteile, zumal des Fußes, wird einfach durch die Wirkung der verschiedenen Muskeln umhergetrieben.

Fügen wir zur Kennzeichnung noch hinzu, daß die Schale von Cadulus *Phil.* kaum 1 cm, die von manchen Dentalien aber fingerlang wird. Eigentlich müßte sie noch beträchtlich länger sein, wenn nicht das Hinterende, dessen Schlankheit dem zunehmenden Körperverhältnissen nicht mehr entspricht, von Zeit zu Zeit abgestoßen würde.

Die Lebensweise und Sitten des Dentalium *L.* wollen wir mit den Worten Lacaze-Duthiers' mitteilen, dem wir eine treffliche Monographie des Tieres verdanken:

„Dentalium bewohnt in Menge die Nordküsten der Bretagne; man muß jedoch nic glauben, man könne sich deshalb seiner mit Leichtigkeit bemächtigen, sowie man an de Strand kommt. Man muß wissen, wie und wo es lebt; sonst sucht man vergeblich und find höchstens vom Meere ausgeworfene leere Schalen. Da ich das lebhafte Verlangen hatt das Tier zu beobachten, suchte ich geduldig fort, wo ich die meisten ausgeworfenen Schale gefunden hatte, denn es war das sicherste Anzeichen, daß an diesen Örtlichkeiten die De talien leben müßten. So naturgemäß, lang und emsig aber auch mein Nachsuchen wa ich fand und entdeckte nichts. Ein etwas unruhiges Meer verschaffte mir aber ein lebende Tier, und nun konnte ich seine Sitten und alle seine Lebensbedingungen beobachten. A ich es aufhob, sah ich, daß es sich bemühte, in den Boden meines Gefäßes einzudringe Ich setzte es wieder in eine jener kleinen, bei der Ebbe zwischen den Tangen und Seegr zurückbleibenden Wasserlachen, und sah nun, wie es sich nach und nach in den Sand eingru Ich wußte nun, daß das Tier nicht für gewöhnlich in dem isolierten und freien Zustan lebte, wie ich es gefunden, und daß ich es künftig im Boden des Strandes selbst suchen müßt

„Das Tier gräbt sich nicht senkrecht ein, sondern nimmt eine schräge Richtung m ungefähr 45 Grad an. Doch hängen Richtung und Tiefe etwas von der Beschaffenheit d Sandes ab. Es kann nicht in der schwärzlichen, oft stinkenden Schlammschicht leben, d gewöhnlich unter der oberen sandigen Schicht des Strandes liegt. Auch nimmt es ei mehr wagerechte Lage an, wenn die Sandschicht dünner wird; dann ist es fast imm schwerer zu finden, indem es vollkommen verborgen ist und nichts seine Anwesenheit ve rät. Gewöhnlich ließ es in den mit einem etwas groben Sande gefüllten Gefäßen, wor ich es hielt, 1—2 mm der Schale über die Oberfläche des Grundes hervorragen; häuf genug aber auch erreichte die Spitze gerade die Oberfläche des Sandes. Daraus begrei sich leicht, daß das Dentalium oft vom Wellenschlage herausgeworfen wird, indem auch bei geringer Bewegung des Wassers schnell bloßgelegt wird. Damit ist jedoch nic gesagt, daß es, vom Sande entblößt und bei der Ebbe aufs Trockene gesetzt, sich nic schnell wieder eingraben sollte. Im Gegenteil, das geschieht sogleich wieder; es streckt d Fuß hervor, gräbt ihn ein, und in einigen Minuten richtet es sich auf und erscheint wie in den Sand gepflanzt. Hält man die Tiere in der Gefangenschaft, so unterscheidet m schwer auf dem Grunde die abgestorbenen von den noch lebenden Individuen, und i benutzte diese Eigentümlichkeit, um die Auswahl zu treffen. Ich legte eine große Men

der Dentalien auf eine nasse Sandfläche und wußte schnell, daß diejenigen, welche sich nicht eingruben, dem Tode nahe oder tot waren.

„Wenn beim Zurückgehen der Flut das Wasser nicht mehr die Sandoberfläche bedeckt, gräbt sich das Dentalium ganz ein und verschwindet. Ich füge eine Bemerkung hinzu, die sich auf den größten Teil der sich im Sande verbergenden Tiere bezieht, für die naturgeschichtlichen Untersuchungen wichtig und von praktischer Bedeutung ist. Der günstigste Augenblick, um bei der Ebbe die im Strandboden wohnenden Tiere zu sammeln, ist der unmittelbar dem wieder beginnenden Steigen des Wassers vorangehende. Warum? Wenn das Wasser fällt, bleibt noch viel Wasser im Sande zurück, und einige Zeit hindurch befinden sich die Tiere noch in ganz günstigen Verhältnissen. Bald aber, in dem Grade, als die Ebbe weiter schreitet, fließt jenes Wasser auch ab, und beim niedrigsten Stande, wenn die Flut eben beginnen soll, fängt der Strand an auszutrocknen, die Tiere fühlen das Bedürfnis nach Wasser, verändern ihren Ort und suchen einen feuchteren Platz. Zu diesem Zeitpunkt ist das Einsammeln von allen im Strande eingegrabenen Tieren am ergiebigsten: sie mögen zu was immer für einer Klasse gehören, alle verraten ihre Anwesenheit durch Furchen und Bewegungen des Bodens. Eine große Anzahl sandbewohnender Muscheln kann man dann mit der größten Leichtigkeit erkennen. Ich fand die schönsten und größten Sipunkeln, wie sie eben aus dem Boden hervorkamen, und das in dem Moment, wo die Flut mich vertrieb und die Untersuchungen aufzugeben zwang. Nicht anders Dentalium; auch dieses sieht man den Sand aufwühlen. Anfänglich macht es nur eine kleine, leicht zu erkennende Furche, die man wohl mit der der Pandora (einer kleinen Muschel) verwechseln kann. Diese indessen geht immer einen krummen Weg, da die eine Schalenhälfte eben, die andere gebogen ist. Sobald man dies Zeichen kennt, irrt man nicht mehr. Anfangs also verraten die Dentalien ihre Anwesenheit durch ihre Furche im Sande; später erscheint die leicht kenntliche Schale wie im Strandboden gepflanzt; noch später kommt sie ganz heraus, und das Tier fällt auf den Sand. Als ich diese Umstände kennengelernt, konnte ich bei einer einzigen großen Ebbe leicht und ohne Mühe 200 Stück sammeln. Dentalium ist also ein Tier, das in verhältnismäßig bedeutenden Tiefen lebt, und das man nur bei starker Ebbe anzutreffen hoffen darf. Am liebsten gräbt es sich in etwas grobem Sande ein. In dem sehr feinen war es nie zu finden. Die lange lebend aufbewahrten Tiere schienen sich in dem aus kleinen Muschelbruchstücken gebildeten Sande sehr wohl zu befinden. In dem feinen Sande, der unten schlammig und faul wurde, gingen die Tiere sehr schnell zugrunde. Die angeführten Tatsachen zeigen genugsam, daß das Dentalium nicht eine Röhre bewohnt, wie viele Muscheln, sondern daß es im Gegenteil fortwährend seinen Aufenthaltsort wechselt. Beim Eindringen in den Sand bedient es sich der beiden Seitenlappen des Fußes, die dabei die Rolle von Ankerzähnen spielen, so daß, wenn das Tier nach dem Vorstrecken des Fußes sich zusammenzieht, der ganze Körper vorwärts rücken muß."

Nachdem Lacaze-Duthiers die Beobachtungen mitgeteilt, aus denen ersichtlich ist, daß das Wasser durch die Flimmerbewegung am Vorderende eintritt und aus der hinteren Mündung samt Exkrementen und Fortpflanzungsprodukten wieder austritt, und daß das Tier sich dabei auch des Fußes wie eines Pumpenstempels bedienen kann, sagt er, es sei ihm wahrscheinlich, daß durch die regelmäßige von vorn nach hinten gerichtete Strömung auch die Nahrung dem Munde zugeführt werde; aber auch die Fühlfäden könnten zur Aufsuchung und Zubringung kleiner zur Nahrung dienender Tierchen verwendet werden.

Wie wir gesehen haben, sind sie durch ihren Bau befähigt, die Foraminiferen im

Boden aufzuspüren und zu ergreifen; die Radula aber erscheint wie geschaffen, deren Kalkschale zu zerdrücken (s. S. 404).

„Über das Empfindungs- und Nervenleben läßt sich folgendes leicht beobachten: Das Dentalium verspürt die Einwirkung des Lichtes; man sieht es den Fuß einziehen, wenn man einen Sonnenstrahl darauf fallen läßt. Auch wenn man sich dem Tiere mit einem Lichte nähert, zieht es sich in sein Gehäuse zurück; und dieser Umstand steht mit einer Eigentümlichkeit seiner Lebensweise in Verbindung. Es verändert bei Nacht, besonders bei Beginn derselben, seinen Platz. Ich hatte bemerkt, daß die in Schüsseln befindlichen Tiere ein kleines Anschlagen vernehmen ließen. Indem ich nun aufpaßte, erkannte ich, daß ihr Fuß, indem er in den Boden eindringen wollte, die Schale in die Höhe hob, und daß diese beim Umfallen das Geräusch verursachte. Ich beobachtete nun die Tiere lange Zeit, indem ich ihnen einen fast natürlichen Aufenthalt geschaffen hatte, und erkannte bald, daß die Abendstunde die Zeit des Ortswechsels war.



Larve von Dentalium in verschiedenen Entwickelungsstufen. Stark vergrößert. (Erklärung im Text, S. 409.)

Ich will nicht behaupten, daß sie sich ausschließlich zu diesem Zeitpunkte bewegen; aber es scheint mir unbestreitbar, daß die Dentalien besonders bei Nacht in Tätigkeit sind.

„Auch die Fortpflanzung zeigt einige bemerkenswerte Tatsachen. Eine Begattung findet nicht statt, und zwar notwendigerweise deshalb, weil es keine äußeren Fortpflanzungswerkzeuge gibt. Die Individuen nähern sich nicht einmal einander. Die Dentalien lassen sich zu leicht beobachten, als daß man sich darüber täuschen könnte. Ich legte die Dentalien in weiße Teller, wo ich sie bei öfterer Erneuerung des Wassers ließ. Nach einigen Tagen konnte ich dann immer mit Sicherheit auf das Eierlegen zählen, und zwar fand es regelmäßig nachmittags zwischen 2 und 5 Uhr statt. Eine Ausnahme schienen nur die Individuen zu machen, die zu stark von der Sonne beschienen waren. Wie die Eier wird auch

die Samenflüssigkeit ungefähr zur selben Stunde und in derselben Weise durch die hintere Schalenöffnung entleert. Mithin ist die Befruchtung, wie bei der Mehrzahl der kopflosen Weichtiere, dem Zufall überlassen. Hier das Männchen, dort das Weibchen entledigen sich der Produkte ihrer Fortpflanzungsorgane, und letztere können einander begegnen oder auch nicht, gerade wie bei den diözischen Pflanzen, wo der Pollen zur Erde fällt und von den Winden da und dorthin getragen wird. Bei ungünstigem Winde bleiben die Pistille der weiblichen Individuen unbefruchtet, ebenso wie hier bei einer nicht günstigen Wasserströmung das Weibchen nichts hervorbringen kann, indem die Eier sich nicht entwickeln. Da begreift man denn, wie nützlich die so lebendigen Bewegungen der Samenkörperchen sind, die das Ei in der Entfernung aufsuchen und befruchten müssen. Die Zeit, während welcher die Fortpflanzung der Dentalien beobachtet wurde, war von Anfang Mai bis Mitte September."

Die Larve hat einen Wimperschopf am Scheitel (a) und zunächst mehrere Wimperkränze (b in Fig. 1 der Abb., S. 408). Diese ziehen sich zu einem vorspringenden Ring oder Segel zusammen (b in Fig. 2). Auf dem Rücken erscheint die Schale, die sattelförmig nach unten wächst (s in Fig. 2) und sich dann zum Rohre schließt (Fig. 3 und 4, beide von rechts gesehen); nun tritt der Fuß p hervor (Fig. 3), dazu die Ganglien g, das Gehörbläschen o, der Mundkegel und die übrigen Organe (Fig. 4).

Die Dentalien bewohnen alle Ozeane und alle Tiefen bis unter 4000 m hinab in etwa 150 Arten; doch scheinen sie die geringeren Tiefen und die wärmeren Meere zu bevorzugen. Dabei macht sich ein merkwürdiges Färbungsgesetz geltend. In den gemäßigten Meeren und in großen Tiefen sehen die Schalen weiß aus, in der Breite des Mittelmeeres etwa werden sie rötlich, lachsfarben, in den Tropen grün, und in der besonders heißen Sulusee kommt Blau dazu, so zwar, daß bunte Streifen mit weißen abwechseln, wie bei einem Ringelstrumpf. Hier kann von einer Farbenanpassung an die Umgebung nicht die Rede sein, vielmehr gibt es wohl kein so ausgesprochenes Beispiel wieder für die Abhängigkeit der Farbe von der Wärme, mit deren Zunahme sich die Pigmente einstellen in der Reihenfolge des Spektrums von der langwelligen roten Seite nach der kurzwelligen hin.

Für den Menschen haben die Skaphopoden wenig Bedeutung. Immerhin finden wir bei den nordamerikanischen Indianern schöne Ohrgehänge aus Elefantenzähnchen, mit Perlen verbunden und dergleichen. Sie werden jedoch nicht nur zur Zierde auf Leder genäht, sondern hatten in den merkwürdigen Schriftdokumenten oder Wampums, die auf diese Weise entstanden, ihre Verwendung.

Dritte Klasse:

Bauchfüßer, Schnecken (Gastropoda).

So geläufig und selbstverständlich der Begriff einer Schnecke zu sein scheint, so schwierig ist es, eine Erklärung zu finden, die das unendliche Heer der verschiedenen Gestalten in ihrer reifen Ausbildung umfaßt, bis hinunter zu dem zylindrischen Schlauch, der kaum mehr enthält als die Geschlechtsdrüse. Doch tritt hier das biogenetische Gesetz in besonderer Klarheit zutage; denn so viel wir wissen, durchläuft auch die abweichendste und abenteuerlichste Schnecke in ihrer Jugendentwicklung jene Grundform, auf der die gewöhnliche Vorstellung sich aufbaut. Von ihr haben wir daher auszugehen, um dann im einzelnen die mannigfaltige Ausgestaltung und ihre Beziehungen zur Umwelt zu verfolgen.

Zunächst sehen wir den fleischigen Fuß, der sich unten zur Kriechsohle abplattet und vorn in den wenig scharf abgesetzten Kopf übergeht mit dem Mund und den wichtigsten Sinneswerkzeugen. Der Rücken trägt den ringförmigen Mantel, auf dem die von ihm gebildete Schale ruht, welche die bruchsackartig herausgetretenen Eingeweide umschließt. Das Merkwürdigste und für die Gastropoden Bezeichnende ist nun die einseitig asymmetrische Aufwindung der Schale. Meistens ist sie rechts gewunden, wie bei unserer Weinbergschnecke oder beim Kinkhorn unserer Nordsee, von dem der Schalendurchschnitt abgebildet ist. Stellt man eine solche Schale so vor sich hin, daß einem die Spitze zugewendet ist, so verläuft das Gewinde, von der Spitze angefangen, in einer Schraube im Sinne des Uhrzeigers, und die Mündung ist nach rechts gekehrt. Was ein linksgewundenes Gehäuse ist, versteht sich dann von selbst. Das Gewinde verläuft um die mittlere Achse oder Spindel, die der Länge nach durchbohrt sein kann, in welchem Falle man von einem genabelten Gehäuse redet. An der Mündung unterscheidet man die Spindelseite von der freien Außenlippe.



Durchschnitt des Gehäuses vom Kinkhorn, Buccinum undatum *L.* Natürliche Größe.

Woher die Asymmetrie kommt, ist noch nicht völlig aufgeklärt. Man hat verschiedene Hypothesen aufgestellt. Mehrere rechnen mit mechanischen Verhältnissen, indem sie von einer Urform mit flacher, den ganzen Rücken bedeckender Schale ausgehen, wie bei unseren Napfschnecken. Um eine große Beweglichkeit zu ermöglichen, sollten dann Mantel und Schale sich auf ein kleineres Rückenfeld zusammenziehen, so daß der muskulöse Weichkörper mehr zur Geltung kam. Damit wäre die Schale hoch und kegelförmig geworden, senkrecht nach oben stehend. Eine solche Lage wäre aber, namentlich im Wasser, untunlich gewesen, da der Kegel beim Kriechen dem Wasser zuviel Widerstand entgegengesetzt hätte. Infolgedessen wäre er umgekippt, und zwar in schiefer Richtung nach einer Seite, wobei noch andere Momente mitgewirkt hätten, auf die wir uns nicht weiter einlassen wollen. Genug, daß die schiefe Lage einen verschiedenen Druck auf die rechte und linke Mantelhälfte ausgeübt hätte, woraus dann ein ungleiches Wachstum an der Schalenmündung und damit ihre Asymmetrie entstanden wäre. Am richtigsten ist es wohl, die Ursache im anatomischen Bau der Schnecken zu suchen und sich umzusehen, ob es hier Organe gibt, die nur einseitig vorhanden sind, wiewohl sie nach dem Vorbild der übrigen Mollusken paarig sein sollten. Man kann an verschiedenes denken, an die Nieren, die Vorkammern des Herzens, die Geschlechtswerkzeuge. Bei genauerer Prüfung bleiben wir bald bei den letzteren stehen. Denn wenn auch die meisten Schnecken nur eine Vorkammer und eine Niere haben, so gibt es doch andere, bei denen sie paarig sind, aber nicht eine, bei denen die Geschlechtsdrüse doppelt wäre. Es handelt sich bei dieser einfachen Drüse auch niemals um zwei, die miteinander verschmolzen wären, wie bei den Käferschnecken und Tintenfischen, sondern in allen Fällen

um eine einseitige Anlage. Ja noch mehr. Die Geschlechtswege sind ebenso einseitig ausgebildet, die ursprüngliche Geschlechtsöffnung liegt aber am Mantel, bei allen rechtsgewundenen Gastropoden rechts, bei den linksgewundenen links. Damit haben wir die Grundlage für die Asymmetrie. Die Tiere mit der breiten Sohle konnten nicht gleichzeitig bei der Begattung, die beinahe allen Schnecken zukommt, beide ursprünglich vorhandenen Geschlechtsöffnungen aneinander bringen, sie benutzten bloß die eine, in der Regel die rechte, und die andere Seite des Geschlechtsapparates verkümmerte. Die Wirkung dieser Einseitigkeit läßt sich ohne weiteres erkennen bei denjenigen Gastropoden, deren Körper durch Rückbildung der Schale durchweg biegsam und geschmeidig geworden ist, d. h. bei den Nacktschnecken. Sobald diese Tiere, z. B. die Ackerschnecken, auf der rechten Seite das Kopulationsorgan herausstrecken, verkürzt sich diese Seite, und der Körper rollt sich spiralig auf, die beiden Tiere umwinden sich gegenseitig schraubenförmig. Entsprechend tritt beim Wachstum eine Verkürzung der rechten Mantelseite ein, wenn hier Bildungsmaterial entzogen wird für die Anlage der Geschlechtsorgane. Diese Seite bleibt in der Tat im Wachstum zurück, während die linke sich stärker ausdehnt. Der After, ursprünglich in der Mittellinie hinter dem Mantel gelegen, rückt nach rechts, weil er hier festgehalten wird. Kurz, der Mantel wächst, während das Tier zunimmt, nicht mehr ringsum gleichmäßig, sondern an der rechten Seite am schwächsten, dagegen von rechts vorn nach links hinüber, dann weiter nach links hinten und hinten nach rechts hinüber stärker. Damit ist die Aufwindung gegeben, die Schale dreht sich mit der Mündung, an der sie sich vergrößert, nach links hinüber, d. h. sie ist, von der Spitze aus gerechnet, rechts gewunden.

Es ist dabei keineswegs nötig, daß der After nach rechts rückt, er kann weiter hinter dem Mantel liegen und unbeeinflußt bleiben. In der Regel allerdings macht er die Drehung mit, so gut wie die zu seinen Seiten gelegenen Nierenöffnungen und die Atemhöhle. Wir werden später sehen, daß manche Schnecken den Versuch machen, in ihrer Organisation die Aufwindung wieder, teilweise wenigstens, rückgängig zu machen und zu rein bilateralsymmetrischem Bau zurückzukehren, wie denn bei der weiteren Ausbildung die allerverschiedensten Prinzipien zur Geltung kommen; dann steht, wie man sagt, der ursprünglichen Aufwindung oder Torsion eine nachträgliche Detorsion gegenüber, allerdings immer in mäßigen Grenzen, die oft überschätzt werden.

Verweilen wir zunächst noch bei der Schale! Sie besteht in der Regel aus kohlensaurem Kalk in der Form des Kalzits, aber mit einer organischen Grundlage von Konchin, die sich indes auf wenige Prozente beschränkt. Man erhält sie, wenn man den Kalk durch Säuren, etwa verdünnte Salzsäure, entfernt. Es ist hier der Ort, uns von der Bildung der gewöhnlichen Weichtierschale, die von der geschilderten der Käferschnecken nicht unbeträchtlich abweicht, Rechenschaft zu geben. Wir verfolgen den Hergang am besten im Frühjahr an einer gewöhnlichen Schnirkelschnecke. Da sehen wir, wie die Mündung sich zunächst in der Form eines weichen Häutchens, der Oberhaut oder des Periostrakums, vergrößert. Es wird von einer feinen Furche des Mantelrandes abgesondert, wenn die Schnecke in voller Ausdehnung aus der Schale herausgekommen ist. Ihm gehören auch die farbige Zeichnung, Bänder oder Flecke, an, soweit sie vorhanden sind. Die benachbarte Mantelstelle dahinter, also auch eine ringförmige Zone, liefert die Kalkmenge, welche die Hauptgrundlage des Gehäuses, das Ostrakum, darstellt; sie schreitet von der Spitze her allmählich gegen den zarten Mündungsrand vor. Die Absonderung geschieht in der Form eines Kalkalbuminats, einer Verbindung von Eiweiß mit Kalk. Nach der Entleerung tritt eine

Sonderung ein, der Kalk kristallisiert aus in feinen Nadeln und Blättern, das Eiweiß liefert das organische Gerüst zwischen ihnen. Durch das Aus- und Einstülpen des Tieres wird dieses Gemenge während der Kristallisation gegen das Periostrakum gedrückt und gewissermaßen ausgewalzt. Dabei ordnen sich die Kalkkristalle zu einem außerordentlich feinen Gitter, dessen verschiedene Stäbe sich kreuzen, und zwar theoretisch zunächst unter rechten Winkeln, aber praktisch unter Abweichungen, die durch die gebogene Oberfläche des Periostrakums bedingt werden. So entsteht ein Fachwerk, das man wie beim Wirbeltierknochen mit den sich kreuzenden Stäben und Gurtungen einer Eisenkonstruktion, eines Gewölbes, vergleichen kann und das die höchste mechanische Festigkeit gewährleistet. Mit diesen Abscheidungen des Randes ist aber die Tätigkeit des Mantels keineswegs erschöpft. Vielmehr sondert auch die ganze Fläche des Mantels, d. h. die Oberfläche des Eingeweidebruchsacks, unausgesetzt, wenn auch oft schwächer, das Kalkalbuminat ab, das sich ebenso in Kalk und Konchin trennt. Hier, beim Hypostrakum, tritt aber nicht das gegen die Mündung gerichtete Auswalzen ein, sondern es lagert sich Schicht auf Schicht in breiter Lage aufeinander, und zwar im ursprünglichsten Falle in freier Wellenkräuselung. Diese Struktur bedingt bei der Reflexion des auffallenden Lichtes durch Interferenz der Lichtwellen das Schillern in allen Regenbogenfarben, den Perlmutterglanz. Ein perlmutteriges Hypostrakum ist immer das Zeichen einer altertümlichen Form. Bei jüngeren Schnecken, im Sinne der Abstammung und des Stammbaumes, wird dieses Gefüge meist verwischt und durch andere Strukturen ersetzt, bei Seeschnecken vielfach durch eingelagerte Farbstoffe, die aber in diesem Falle stets in gleichmäßiger Fläche auftreten, niemals in der Anordnung besonderer aus Flecken und Linien zusammengesetzter Muster, wie bei den äußerlich sichtbaren Pigmenten des Periostrakums, welche umschriebenen Farbdrüsen des Mantelrandes entstammen. Übrigens sind diese Muster meistens an frischen Schalen wenig sichtbar, vielmehr durch unscheinbares Konchin oder durch den verbreiterten, auf das Gehäuse übergreifenden Mantelrand verdeckt, wie bei den Porzellanschnecken. Die Färbung und Zeichnung des Schneckenhauses hat daher weit weniger Bedeutung für die Anpassung an die Umwelt als bei den Insekten. Wir werden einzelne gegenteilige Fälle kennenlernen.

Zu der allgemeinen Grundlage der Schale, die wir jetzt kennen, treten aber noch mancherlei Sonderbildungen. Die Schneckenhaut ist überaus reich an allerlei Drüsen, und in dem dicken Hautmuskelschlauch finden sich die verschiedensten Stoffe, die bei dem allgemeinen Stoffwechsel abfallen, Kalk, Farbstoffe, Schleim, Harnsäurekügelchen, wie sie sonst nur in der Niere ausgeschieden werden. Der Kalk kann in Form feinster Körnchen bestimmte Zellen erfüllen, er kann in Gitterstäbchen in der Haut liegen, er kann durch Kalkdrüsen nach außen entleert werden. Ja, es gibt mehrere tropische Lungenschnecken, be denen derselbe Prozeß auf dem ganzen Rücken sich abspielt, wie wir ihn in der Schal finden, der Kalk bleibt mit der Haut verbunden und kristallisiert aus, nur daß diese Kristall hier ungestört zu größeren Individuen anwachsen können. Ebenso können die Farbstoff und die Harnsäurekonkretionen in der Haut abgelagert oder durch Drüsen nach außen befördert werden. Alle diese Prozesse erreichen im Mantelrande gewöhnlich ihre höchst Steigerung. Sie führen zu allerlei feineren und gröberen Skulpturen und Zieraten de Schale. So können aus besonderen Drüsen Konchinhaare oder -keulen kommen ohne Ver bindung mit Kalk, und die Schale erhält einen samtartigen Überzug. Allerlei Gitterwe macht sich geltend, anfangs fortlaufend in der Länge geordnet, als Spiralstreifen, wenn d betreffende Stelle des Mantelrandes unausgesetzt abscheidet. Betätigt sie sich intermitti

rend, so wird die Längsrippe oder das farbige Längsband entsprechend unterbrochen und in Knoten oder Punkte aufgelöst. Die letzte Stufe besteht meist in der Anordnung zu Querrippen und Querbändern, parallel der Mündung. Doch sind die zierlichsten Zickzacklinien nicht ausgeschlossen.

Nicht selten verschieben sich Struktur und Muster gesetzmäßig während des Lebens, so daß man an einer Schale die Schicksale der Schnecke oder ihrer Ahnen abzulesen imstande ist. Die Spitze kann ganz anders aussehen nach Form, Skulptur oder Windungsrichtung als das übrige Gehäuse. Meist ist dann ein solcher Apex scharf abgesetzt, er wurde als Embryonalschale während der Entwickelung im Ei gebildet, und nach dem Ausschlüpfen bewirkte die veränderte Umgebung veränderte Gestaltung. Wandlungen im späteren Leben, meist wohl mit der Geschlechtsreife im Zusammenhange, pflegen sich in allmählichem Übergange einzustellen.

Wenn die Schnecke ihr normales Wachstum vollendet hat, braucht die überaus starke absondernde Tätigkeit des Mantelrandes noch nicht sogleich mit nachzulassen. Das führt zu neuen Folgerungen. Bei gleichmäßiger Mantelausbildung wird sich einfach der Mündungsrand, entweder die Außenlippe oder das ganze Peristom, verdicken und aufwulsten. Ist aber der dicke Mantelrand etwas ungleichmäßig geworden, wie wir's ja schon in lokalisierten Farbdrüsen und Bändern bemerkten, dann erhalten wir allerlei Fortsätze am Mündungsrand, die sich nach innen richten und die Öffnung verengern können, oder die die Außenlippe nach außen erweitern zu flügelartiger Ausbreitung und fingerförmigen Fortsätzen und Stacheln.

Am wenigsten aufgeklärt ist solcher Stachel- und Dornenbesatz, wenn er auf der ganzen Schalenfläche, intermittierend in regelmäßigen Abständen; gewöhnlich auf Querrippen, die frühere Mündungsränder darstellen, auftritt, besonders deutlich bei der Stachelschnecke (Abb., S. 453). Hier tritt es klar hervor, daß die Schnecke periodisch in ihrem Wachstum Halt machte und einen Mündungsrand mit Stacheln ausbildete, um dann von neuem sich zu vergrößern. Aber wir haben bisher keine Ahnung von der Ursache und Länge der Perioden. Ganz unwahrscheinlich ist, daß sie je ein Jahr dauern, die Querreihen von Stacheln also gewissermaßen Jahresringe sind. Die Perioden sind vermutlich weit kürzer.

Eine andere Merkwürdigkeit läßt sich bei dieser Schale verfolgen. Die Stacheln sind bei den jungen wie bei den alten Schalen in ziemlich gleichen Abständen auf der ganzen Außenlippe verteilt. Die Spira oder das Gewinde ist aber so geordnet, daß ein neu dazu kommender Umgang den vorhergehenden etwa in seiner oberen Hälfte frei läßt, in seiner unteren dagegen überdeckt. Man braucht nur die sogenannte Nahtlinie oder Sutur zu verfolgen. Da würden jedesmal die Stacheln auf der unteren Hälfte einer früheren Außenlippe hindernd im Wege stehen. Sie müssen, damit sich die Sutur dicht auf den schon vorhandenen Schalenteil legen kann, weggeschafft werden. Der Mantelrand beseitigt sie dadurch, daß er sie auflöst und resorbiert. Wir erhalten also die höchst auffällige Tatsache, daß derselbe Mantelrand, der unausgesetzt Kalk abscheidet, gleichzeitig imstande ist, früher abgeschiedenen Kalk wiederum wegzunehmen.

Diese wunderbare Fähigkeit führt noch zu einer anderen, nicht weniger wichtigen Folgerung. Sägt man die Schale einer Porzellan- oder Kegelschnecke durch, so bemerkt man einen überraschenden Unterschied in der Stärke der Schalenteile. Alle Teile, welche die Oberfläche bilden, sind äußerst dick und kräftig, wohl mehrere Millimeter stark, alle inneren papierdünn. Das gilt sowohl von halbwüchsigen Schalen wie von erwachsenen. Daraus

ergibt sich ohne weiteres, daß die dicke Außenwand einer jungen Schale nachher, wenn sie von einem später gebildeten Umgange überwachsen wird, verdünnt und auf Papierdicke herabgedrückt wird. Die Mantelfläche, soweit sie den Eingeweidesack überdeckt, muß also hier den Kalk wieder aufgelöst und weggenommen haben, eine außerordentlich ökonomische Einrichtung, die das Tier befähigt, den Kalk mit möglichster Sparsamkeit da wegzunehmen, wo er nicht mehr nötig ist, und da abzulagern, wo er zur Festigung gebraucht wird, in der Außenwand nämlich.

Bei manchen Gastropoden geht diese Sparsamkeit noch weiter und führt zu völliger Auflösung der inneren Gewindeteile, so z. B. bei den Neriten und vielen Aurikuliden. Bei den auf den Malaiischen Archipel beschränkten Halbnacktschnecken der Parmarion-Gruppe läßt sich der Hergang noch genauer verfolgen. Soweit die Schale vom Mantel frei und der Luft ausgesetzt bleibt, behält sie ihre normale Struktur und Dicke; soweit sie vom Mantel bedeckt wird, schwindet der Kalk, aber das Konchin bleibt zunächst erhalten, wenigstens wird es erst allmählich an seinen Rändern verdünnt. Der Kalk läßt sich also leichter beseitigen als die organische Grundlage.

Nacktschnecken entstehen auf doppeltem Wege, entweder durch völliges Abwerfen der Schale oder durch Überwachsen des Mantelrandes, dessen Schalenlappen sich als Verbreiterungen auf die Schale hinaufschlagen, um sie schließlich ganz einzuhüllen und miteinander zu verwachsen. Die in die so entstandene Schalentasche eingeschlossene Schale wird dann in verschiedenem Grade rückgebildet und resorbiert, unter Umständen bis zu völligem Schwunde.

Die Sparsamkeit in der Verwendung des Kalkes beschränkt sich übrigens nicht auf die Schale, sondern greift viel tiefer, z. B. bei der Bildung der kalkigen Liebespfeile, auf die wir zurückkommen. Als ein Aufspeicherungsorgan für Kalk kann die Mitteldarmdrüse oder Leber gelten, die meist Kalkzellen enthält. Bei unseren Wegschnecken sind die Blutgefäße von Kalkablagerungen begleitet und somit als weiße Stränge leicht zu verfolgen. Im Blute scheint der Kalk als phosphorsaures Salz gelöst zu sein und sich erst bei der Abscheidung nach außen in das kohlensaure umzusetzen im Zusammenhange mit der Hautatmung und entsprechender Kohlensäureabscheidung.

Werfen wir noch einen flüchtigen Blick auf die Form der Schale! Napfschnecken mi[t] flachem, napfförmigem Gehäuse sitzen meist mit breitem Fuß träge auf der Unterlage. Ein[e] hohe turmförmige Schale verbindet sich meist mit dem Leben an senkrechter Wand, au[f] dem Lande so gut wie im Wasser. Hier scheint die Schwere die Länge bewirkt zu haben. Die Mitte zwischen beiden, die kugelige oder niedrig kegelförmige Schale, ist allen Lebenslagen gerecht. Daß die dicksten Schalen im Meere zu finden sind, erklärt sich physikalisc[h] aus der tragenden Kraft des Wassers; daß dabei wieder die wärmeren Meere bevorzug[t] sind, hängt zusammen mit dem stärkeren Kalkniederschlag in der Wärme, wie beim Kesse[l]stein. Auf dem Lande kann man eine ähnliche Beziehung feststellen: Wüstenschnecken habe[n] im Verhältnis die dicksten Schalen; je feuchter der Aufenthalt, um so dünner und zart[er] werden diese. Eine mechanische Beziehung haben die flügel- und fingerförmigen Verbreit[e]rungen der großen Flügelschnecken und ihrer Verwandten. Sie sind Mittel, um in d[er] Strömung und Brandung die umhergeworfene Schnecke im Gleichgewicht zu erhalten u[nd] immer wieder mit der Mündung dem Boden zuzuwenden. Turmförmige Schalen, die [an] senkrechter Wand getragen werden, können bei der Geschlechtsreife, wenn die in der Scha[le] liegende Geschlechtsdrüse anschwillt, durch die Zunahme des Gewichts so stark nach unte[n] ziehen, daß der letzte, jetzt in Bildung begriffene Umgang sich vom übrigen Gewinde abl[öst]

und verengert in die Länge zieht, das Gehäuse wird spindelförmig, wie bei den Schließmundschnecken oder Klausilien. Die gleiche Ursache läßt bei Opisthostoma *Blanf.*, einer kleinen Landdeckelschnecke, das kegelförmige Gewinde völlig umkippen, so daß der letzte Umgang als freies Rohr sich in entgegengesetzter Richtung auf die übrigen Schalenteile hinaufkrümmt. Wieder eine andere Ursache hat die freie und unregelmäßige Ablösung der jüngeren Schalenteile bei den Wurmschnecken. Hier wird die junge Schale, nachdem sie einige Umgänge in regelmäßiger Folge gebildet hat, durch das sich abscheidende, noch weiche Konchin am Meeresboden angeklebt, sie wächst fest, wie man zu sagen pflegt, und der weit größere noch folgende Schalenteil krümmt sich als freies Rohr in einer Schraube, um schließlich die Mündung senkrecht nach oben zu kehren. Wieder anders ist das Prinzip, nach dem die frei im Meere schwimmenden Gastropoden ihre Schalen umformen, sie suchen eine Symmetrie herzustellen, die oft von dem ursprünglichen Gewinde recht weit abführt. Einzelheiten werden wir noch genug kennenlernen.

Für den Kenner bilden die Schnecken, die allein von allen Mollusken das Land betreten und alle bewohnbaren Erdräume sich dienstbar gemacht haben, vom Gletschereis bis zur tropischen Wüste, von der tosenden Brandung bis zu den dunkeln Abgründen der Tiefsee, ein überreiches Gebiet, das beherrschen zu wollen er sich versagen muß bei der Kürze des Menschenlebens. Es gibt keine Klasse im Tierreich, die Ähnliches leistete; denn die Kruster, die das Meer sich in ähnlicher Weise erobert haben, bleiben doch auf dem Lande weit zurück. Das Schneckenhaus selbst, noch ohne Berücksichtigung der Weichteile, greift tief ein in die menschlichen Bestrebungen, von den wissenschaftlichen Problemen, welche die Systematik, Biologie, Tiergeographie und Geologie damit verbinden, bis zu dem ästhetischen Genuß, den namentlich in den abgelaufenen Jahrhunderten, etwa seit der Entdeckung Amerikas, die eleganten Konchylien-Sammlungen gewährten, wie es den primitiven Menschen, schon während der Steinzeit als Schmuck und Zierat erwünscht, als mancherlei Hausgerät äußerst nützlich war, und wie es in das Gemütsleben und die religiösen Vorstellungen selbst der hochkultivierten Hindus noch sich bedeutungsvoll hineindrängte.

Ein zweites Schalstück, das mit dem Tier sich fest verbindet, ist das Operkulum oder der Deckel, nicht jene Kalkabscheidung, wie sie bei der Weinbergschnecke im Winter die Mündung verschließt und uns später beschäftigen wird, sondern jene Platte von Schalenstruktur, die hinten auf dem Fuß vieler Schnecken sitzt und jederzeit beim Rückzug den Abschluß bildet. Dieser Deckel ist nicht weniger mannigfaltig in seiner Form als die Schale. Die Grundform ist wohl eine kreisförmige Platte mit einer Spirallinie, die so verläuft wie eine auf die Grundfläche projizierte Nahtlinie des Gehäuses, nur in entgegengesetzter Windungsrichtung.

Die Befestigung der Weichteile in der Schale liegt an der Spindel, von wo die Muskulatur in die Haut ausstrahlt, meist als besonders dickes Bündel nach dem Kopf und Fuß gerichtet, bei den Lungenschnecken des Landes in eine Anzahl Bündel zerlegt, um Fühler und Schlundkopf, jeden für sich, zurückziehen und umstülpen zu können. Wenn die Spindel, wie wir es hier und da fanden, resorbiert wird, tritt die Wurzel des Spindel- oder Kolumellarmuskels, oft gespalten, auf andere Teile der Schale über, und es können sich ebensogut, namentlich bei napfförmigen Schnecken, andere Teile der Mantelfläche mit der Schale verbinden und einen dann meist hufeisenförmigen Schalenmuskel erzeugen.

Eine besondere Beachtung erheischt der Fuß, das Kriechwerkzeug, das aus der abgeplatteten Unterseite des Tieres besteht und der Regel nach einfach an der Unterlage

dahingleitet, ohne seine Umrisse zu verändern und ohne irgendeinen Teil vom Boden abzuheben. Hier liegt ein höchst merkwürdiger Bewegungsapparat vor, der erst in allerjüngster Zeit durch M. v. Kimakowicz seine letzte Aufklärung gefunden zu haben scheint. Wir finden ihn am besten entwickelt bei den Landlungenschnecken. Bei einer Schnirkel- oder Egelschnecke (Helix oder Limax), die am Glase kriecht, bemerken wir eine bestimmte Anzahl von Querbändern, die in regelmäßigem Spiel von hinten nach vorn über die Fußfläche ziehen und sie vorn um ebensoviel verlängern, wie sie sich hinten verkürzt. Das Spiel vollzieht sich mit derselben Regelmäßigkeit wie etwa der Herzschlag, von dem es sich nur dadurch unterscheidet, daß die Schnecke Anfang und Ende des Wellenspiels in ihrer Gewalt hat. Sobald sie aufhört zu kriechen, verschwinden die Wellen, sobald es wieder beginnt, tauchen sie von neuem auf. Solange sie einherziehen, treiben sie die Schnecke rein nach vorn, ein Rückwärtskriechen ist ausgeschlossen, so gut wie jede seitliche Drehung. Erstere Bewegung kommt überhaupt nicht vor, seitliche Bewegungen werden durch die Kontraktion der übrigen reichen Muskulatur des Hautmuskelschlauches auf der betreffenden Seite bewirkt, niemals aber durch eine Abänderung im Spiel der lokomotorischen Wellen. Diese beruhen lediglich au[f] Längsmuskelfasern, die in der Sohle, speziell im Gebiete der Wellen, vorwiegen, und werden durch eine strickleiterartige Anordnung der Fußnerven geregelt. Die schwierige Frage wie Längsmuskeln die Sohle vorwärtstreiben, anstatt nach gewöhnlicher Leistung verkürzend zu wirken, scheint sich folgendermaßen zu klären. Die Fasern mögen sich in de[r] Tat jedesmal im Gebiet einer Querlänge verkürzen, in normaler Weise. Die Welle schreite[t] dadurch fort, daß jedesmal Faserteile an ihrem hinteren Rande in derselben Breite erschlaffen wie an ihrem Vorderrande gleichzeitig sich kontrahieren und erstarren. Darauf kommt inde[s] hier nichts an. Wesentlich ist, daß sie in dem Wellenstück, wie unsere Muskeln im ganze[n] unter Erhärtung spindelförmig anschwellen bis zu gegenseitiger Berührung. Damit presse[n] sie das Blut oder die Hämolymphe, wie man hier die Körperflüssigkeit besser noch benenn[t] aus den Zwischenräumen heraus in die Nachbarschaft. Das ganze venöse Blutsystem beste[ht] aber aus lauter gröberen und feineren Spalträumen, in welche sich die feinen Arterie[n]äste öffnen. Dieses zusammenhängende System steht unter dem straffen Druck oder Tonu[s] des gesamten Hautmuskelschlauches. Sobald daher am Hinterrande der Welle Erschlaffu[ng] eintritt, stürzt das Blut wieder in die gelockerten Zwischenräume. Das gibt einen St[oß] nach rückwärts. Kimakowicz beobachtete, daß Staubteilchen auf der frei nach oben g[e]haltenen Sohle von vorn nach hinten geschoben wurden. Das muß beim entsprechend[en] Rückstoß auf dem Boden den Körper des Tieres nach vorn treiben. Übrigens gleitet [die] Schnecke nicht eigentlich auf dem Boden, sondern auf dem Schleimband, das von der [am] Vorderende der Sohle gelegenen Fußdrüse während der Bewegung unausgesetzt abgeschied[en] und, wie jene Staubteilchen, nach hinten geschoben wird, wo es dann deutlich als Schlei[m]spur zurückbleibt. Eine besondere Bedeutung erhält es bei den Wasserschnecken, wenn [sie] den Rücken nach unten gekehrt, am Wasserspiegel dahingleiten, als ob das Wasser Bal[ken] hätte. Es ist das Schleimband, das auf der Oberfläche liegt und dem Tier um so m[ehr] Stabilität verleiht, je länger es hinter ihm zurückreicht. Allmählich erst quillt's auf [und] verschwindet im Wasser. Besonderen Umwandlungen des Fußes für freieres Schwimm[en], Springen, Graben, Festhalten und dergleichen werden wir im einzelnen begegnen, ebe[nso] wie die Spannung des Hautmuskelschlauches, der Tonus, für mancherlei Hantierung m[aß]gebend ist, unter anderem das Hervortreten der Begattungswerkzeuge besorgt.

Die durchweg weiche Haut der Körperoberfläche, durchsetzt von lauter Blutspal[ten],

ist der Respiration günstig, daher manche Gastropoden lediglich durch die allgemeine Körperdecke atmen. Die Atemfläche kann sich durch allerlei Hautauswüchse und Lappen vergrößern, namentlich am Mantelrande, am Kopf und an den Längsseiten des Fußes über der Sohle, in der sogenannten Epipodiallinie, auf die wir gleich zurückkommen. Wo einerseits eine breite, dem Boden aufliegende Sohle, anderseits eine große Schale den größten Teil der Körperoberfläche der Atmung entzieht, da wird bei zunehmender Körpergröße, mit der das Verhältnis zwischen Körpergewicht und Oberfläche sich zuungunsten der letzteren verschiebt, die Gewinnung einer größeren respiratorischen Fläche zum unabweislichen Bedürfnis. Sie vollzieht sich in der Nähe von After- und Nierenöffnungen durch eine Aushöhlung unter dem Mantel, die Mantelhöhle, die bei den eigentlichen Wasserschnecken, den Vorder- und Hinterkiemern, die aus einer einfachen oder Doppelreihe von Hautblättchen bestehenden Kiemen, bei den Lungenschnecken die Lunge ausbildet. Die letztere findet namentlich bei größeren Formen in einem dichten Netzwerke hervortretender Blutgefäße an der Decke der Atemhöhle ihren Ausdruck.

Daß diese an die Mantelhöhle gebundenen Atemwerkzeuge die ursprünglichen sind, wird bezeugt durch ihre Verbindung mit dem Herzen. Wo bei altertümlichen Formen zwei Kiemen vorhanden sind, schalten sich auch zwei Vorkammern zwischen sie und die Herzkammer ein, in der Regel führt nur eine Vorkammer das durch die Atmung gereinigte Blut in die Herzkammer über. Man hat die Lagebeziehungen zwischen dem Respirationsorgan und dem Herzen zur Einteilung benutzt. Bei den Lungenschnecken und den Vorderkiemern liegt jenes vor der Herzkammer, bei den Hinterkiemern ist entweder die Drehung noch nicht so weit gegangen, um die Mantelhöhle so weit nach vorn zu schieben, oder es ist nachträglich Detorsion eingetreten, kurz, die Mantelhöhle mit der Kieme ist auf der rechten Seite weiter hinten gelegen und damit hinter dem Herzen.

Vielfach verbinden sich mit der Kieme lokalisierte Drüsen in der Mantelhöhle, meist zwischen Kieme und Enddarm gelegen. Diese „Hypobranchialdrüse" sondert nicht nur Schleim ab, der die Exkremente mit nach außen führt, sie erreicht bisweilen noch eine Steigerung als Farb- oder Purpurdrüse.

Von den Sinneswerkzeugen fallen zunächst die Fühler auf, die aber weniger das Getast oder den Drucksinn als Hauptaufgabe haben, sondern, vielfach wenigstens, im chemischen Sinne wirken, als Geruchsorgane. Dieselben Nervenendigungen, wie in ihrem Epithel, finden sich in der ganzen Haut zerstreut, was bei der Schleimhaut nicht wundernimmt. Daraus entwickeln sich die besonderen Orientierungsapparate nicht nur am Kopfe, sondern ebenso am Mantelrand, dann in der erwähnten Epipodial- oder Seitenlinie, die bei marinen Kiemenschnecken oft Reihen von Tastern trägt, oder am Eingang der Atemhöhle, wo nicht selten neben der Kieme ein Geruchswerkzeug als eine Leiste entwickelt ist, die der Kieme ähnlich in Blätter gegliedert ist und früher auch als Nebenkieme gedeutet wurde. Wir werden sehen, daß unter Umständen der vordere Fußrand schlechthin schmecken kann.

Die Kopfaugen, bald in der Haut gelegen, bald mit einem Fühlerpaar verbunden, bald auch unter die Haut nach dem Hirn zu gerückt, lassen eine eigenartige Entwickelungsreihe erkennen. Ihre einfachste Form ist ein offener Becher, auf dessen Grund sich der Sehnerv ausbreitet, um in Sehzellen, mit Pigmentzellen untermischt, zu enden. Die Zellen sondern dann eine klare Kutikula ab, die den Becher ausfüllt. Wenn sich dieser vorn über der Kutikula schließt, dann wird sie zur Linse, der vordere Teil der geschlossenen Augenblase wird durchsichtig als Hornhaut. In der Linse kann sich eine konzentrische oder

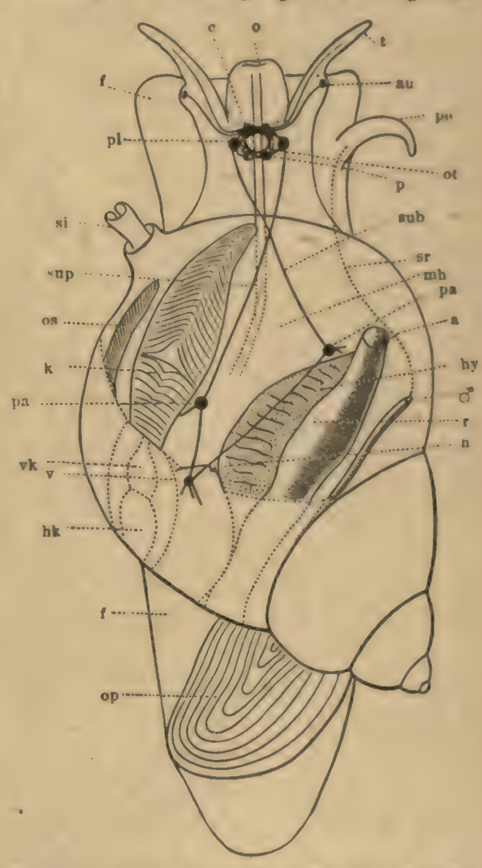
exzentrische Schichtung einstellen. Führt sie zu einer besonderen inneren kugeligen Erhärtung hinter der Hornhaut, dann dient diese als eigentliche Linse und der Rest zwischen ihr und der Netzhaut im Grunde der Augenblase als Glaskörper. So ist ein Abstand zwischen Linse und Netzhaut gegeben und damit die Möglichkeit vollkommeneren Sehens, da ein Bild der Außenwelt auf der Netzhaut entworfen werden kann. Gegenüber diesen verbreiteten Kopfaugen fehlt es nicht an einer Gruppe von Nacktschnecken, die nach Art mancher Käferschnecken zahlreiche Rückenaugen von abweichendem Bau tragen. Um so überraschender ist diesem Reichtum gegenüber der Nachweis, daß die Augen den meisten Schnecken nur wenig zu nützen scheinen, ja daß das Tier nach deren Amputation noch ebenso lichtempfindlich bleibt wie vorher, indem die ganze Haut, am meisten das Kopfende, Licht und Schatten zu unterscheiden vermag, was man als dermatoptische Funktion bezeichnet hat. Am weitesten geht die Behauptung von Yung, daß bei der Weinbergschnecke die Sehzellen gar nicht mit den Fasern der Sehnerven zusammenhängen sollen, daß das Tier, so weit das Auge in Betracht kommt, einfach blind ist.

Gehörkapseln als Gleichgewichtsorgane oder Statozysten fehlen bloß den Formen, die der freien Bewegung verlustig gegangen sind. Vom Hirn aus innerviert, sind sie fast überall eng an die Fußganglien herangerückt, denen sie oft als Halbkugeln angedrückt sind. Sie enthalten einen großen oder zahlreiche kleine Hörsteine. Bisweilen, namentlich bei den Kielfüßern, die im freien Ozean schwimmen, erreichen sie eine höhere Stufe der Differenzierung, indem die Hörzellen, deren Wimperspiel die Steine in zitternder Bewegung erhält, sich zu einer besonderen Leiste zusammenschließen. Wirklichen Gehörs als Tonwahrnehmung ist wohl keine Schnecke fähig. Denn das, was manche Landformen von Tönen hervorbringen, kommt wohl nur zufällig zustande, ohne die Schwelle brauchbaren Nutzens für das Leben des Tieres zu überschreiten, Ausblasen von Luft aus der Lunge durch schlammigen Schleim, starke Feilenbewegungen der Radula und dergleichen. Trotz mancher Angaben in der Literatur ist doch nirgends der Beweis erbracht, daß die Erzeuger solcher Laute auf diese oder ähnliche Töne reagieren.

Es entspricht der Ausbildung des Kopfes, daß am zentralen Nervensystem oder Schlundring die Zerebralganglien über dem Schlund stets gut ausgebildet sind; statt der Fuß- oder Pedalganglien kommen dagegen auf niederer Stufe bei den Vorderkiemern gar nicht selten noch Markstränge vor. Die Viszeralkommissur ist bei den altertümlichen Formen noch ziemlich lang, und damit hängt es zusammen, daß sie die asymmetrische Aufwindung häufig gut zum Ausdruck bringt. Hier ist zunächst rechts und links je ein Ganglion eingelagert, das seine Nerven an die benachbarte Nacken- und Mantelgegend entsendet, das Parietal- oder Seitenganglion. Gemäß der oben beschriebenen Mantelverschiebung rückt nur das rechte mit dem entsprechenden rechten Teil der Viszeralkommissur über den Vorderdarm nach links hinüber und das linke unter den Darm nach rechts, so daß die Viszeralkommissur, von oben gesehen und in eine Ebene projiziert, die Figur einer 8 beschreibt. Man redet dann von Nervenkreuzung oder Chiastoneurie. Bei den höheren Formen ist die Kommissur indes so verkürzt, daß die Kreuzung nicht mehr zum Ausdruck kommt, wie denn allmählich sich alle Nervenknoten des Schlundringes immer enger zusammen- und schließlich unter allerlei Verschmelzungen nach dem Zerebralganglion hinaufdrängen. Zur Vervollständigung mag hier darauf hingewiesen werden, daß bei den Gastropoden das Hirn mit den Fußganglien jederseits durch zwei Kommissuren verbunden ist. In die eine ist wiederum ein Nervenknoten, das Pleuralganglion, eingelagert, von dem die Viszeralkommissu

ausgeht, die auch den Mantel versorgt. Die Einrichtung erscheint sehr zweckmäßig. Wenn die Schnecke aus dem Haus herausgekommen ist, geht der Reiz zum Kriechen vom Hirn auf die Fußganglien über. Ist sie aber zurückgezogen, dann ist allein der Mantel der Außenwelt zugekehrt. Die von ihm ausgehenden Reize gehen durch die Viszeralkommissur auf das Pleuralganglion über, wo sie entweder direkt zu den Pedalganglien weitergeleitet werden und Bewegung veranlassen, oder nach dem Hirn als der allgemeinen Zentralstelle. Schließlich mag noch bemerkt werden, daß auch der Schlundkopf mit der Radula sein besonderes Ganglienpaar hat, das ebenfalls durch Kommissuren mit dem Hirn verbunden ist.

An den Verdauungswerkzeugen ist in erster Linie die **Raspel oder Radula**, die nur selten fehlt, beachtenswert, schon weil sie leicht, durch Auflösen des Schlundkopfes in Kali oder Natronlauge, frei zu legen und zu untersuchen ist. Da zeigen sich die allergrößten Verschiedenheiten in Zahl und Form der Zähne, und Troschel hatte es sich zur Aufgabe gemacht, zunächst einmal auf Grund dieses klaren Merkmals die schier unübersehbare Fülle der Gastropoden zu ordnen und in ein System zu bringen. Wenn wir auch davon abgekommen sind, auf dieses eine Merkmal das ausschließliche Gewicht zu legen, so bietet die Radula doch noch immer dem Systematiker eine vorzügliche Handhabe für die Erkennung der Verwandtschaft und dem Biologen für die Beurteilung der Lebensweise und der Nahrung, ähnlich wie das Gebiß der Säugetiere. Dazu kommen die allerverschiedensten Mundbildungen: einfache Mundöffnung, vorgeschobene Schnauze bis zum körperlangen, ein- und ausstülpbaren Rüssel, dazu verschiedene Hilfsapparate, harte Kiefer, Bohr-, Gift-, Speicheldrüsen. Der Darmkanal hat sehr verschiedene Länge und



Schematische Darstellung eines männlichen Kammkiemers: a After, au Auge, c Zerebralganglion (Hirn), f Fuß, hk Herzkammer, hy Hypobranchial- oder Schleimdrüse, k Kieme, mh Mantelhöhle, n Niere, o Mund, op Deckel, os Osphradium oder Geruchsorgan, ot Gehörbläschen, p Fußganglion, pa Seiten- oder Parietalganglion, pe Penis, pl Pleuralganglion, r Enddarm, si Atemrohr, sr Samenrinne, zwischen dem Penis und der männlichen Geschlechtsöffnung ♂, sub unteres, sup oberes Schlundkonnektiv, t Fühler, v Viszeralganglion, vk Herzvorkammer.

Aufwindung, Gliederung in Schlund, ein- oder mehrfachen Magen, Dünn- und Enddarm, nicht selten ist ein Blinddarm vorhanden. Besonders wichtig ist die Bedeutung der Leber oder Mitteldarmdrüse. Es gibt wohl keine Gruppe wirbelloser Tiere, bei welcher der Abstand gegen unsere Leber so klar hervorträte. Denn es handelt sich nicht um eine eigentliche Drüse, die Verdauungssäfte in den Darm abgibt, um die Nahrung zu lösen, so daß sie vom Darm aufgesaugt werden kann. Allerdings bildet auch bei den Gastropoden die Leber solche Fermente, aber sie ist zugleich und in erster Linie der Ort der Resorption. Der Speisebrei tritt in ihre Hohlräume und Gänge ein und wird hier verarbeitet, der Darm kommt nur

nebenbei in Betracht. Damit hängt auch die merkwürdige Verzweigung der Leber bei vielen Hinterkiemern zusammen, wo sie zahlreiche Ausläufer in die Rückenpapillen der Epipodiallinie schickt, die sich nicht selten sogar an deren Spitze nach außen öffnen.

Noch ein Wort über die Fortpflanzung im allgemeinen! Die Hinterkiemer, die Lungenschnecken und die Flossenfüßer sind durchweg Zwitter, ebenso wie manche Vorderkiemer; und da von einigen der letzteren nachgewiesen ist, daß man sie nur fälschlich lange Zeit für getrenntgeschlechtlich genommen hat, weil sie zuerst als Männchen und später als Weibchen fungieren, so liegt der Verdacht nahe, daß das gleiche Verhalten bei noch weiteren zutage kommen wird. Kurz, schon jetzt steht fest, daß weitaus der größte Teil der Gastropoden hermaphroditisch ist und die Menge der diözischen immer mehr zusammenschrumpft, so daß man versucht sein könnte, die Diözie als Ausnahme zu betrachten.

Ebenso schreiten bei weitem die meisten zur Begattung. Nur im Meere gibt es eine Anzahl Vorderkiemer, welche die Zeugungssto fe ins Meer ausstoßen und die Befruchtung dem Zufall im Wasser überlassen; eine Regelung tritt nur insofern ein, als dabei das eine Geschlecht durch die Anwesenheit des anderen in der Nähe, die sich in irgendeiner Weise, vermutlich durch eine Ausscheidung, bemerkbar macht, auf chemotaktischen Reiz also, zur Entleerung seiner Eier oder seines Samens veranlaßt wird. Die Formen, von denen ein solches Benehmen mit Sicherheit festgestellt ist, sind entweder äußerst träge, wie die Napfschnecken, oder geradezu seßhaft. Wenn von so beweglichen Gastropoden, wie den Kreiselschnecken oder Trochiden, ein gleiches angenommen wird, so fehlt es doch nicht an Angaben, wonach diese einer Rute, eines Penis, keineswegs ermangeln. Da aber die Schnecken sogar, wie wir sahen, eine höchst eigenartige Fortbewegung ausgebildet haben, so liegt gar kein Grund vor, die Seßhaftigkeit als den ursprünglichen Zustand anzunehmen. Wenn daher bei jenen trägen Tieren die Geschlechtsdrüse einfach sich in eine Niere öffnet und durch diese entleert wird, so kann auch das nur als Vereinfachung gedeutet werden, und wir müssen annehmen, daß anfangs besondere Geschlechtswege da waren. Zum mindesten mußte die rechte Niere sich sehr früh zu einem solchen Gange umgewandelt haben, unter Verzicht auf ihre eigentliche Aufgabe. Hier herrscht noch Unklarheit. Auf jeden Fall erhalten wir als Regel verwickelte Geschlechtswege. Es gibt sogar eine Anzahl Formen mit drei Geschlechtsöffnungen, einer männlichen für den Penis und zwei weiblichen, wovon die eine für die Begattung, die andere für die Eiablage gebraucht wird. Nicht weniger reich ist die Ausstattung der Geschlechtsgänge mit allerlei Anhangsdrüsen, auf der weiblichen Seite für Eiweißzugabe zum Dotter, für Schalen- und Laichbildung, wozu selbst noch eine Fußdrüse in Anspruch genommen werden kann. Auf der männlichen Seite fällt bei vielen Vorderkiemern die doppelte Form der Samenfäden auf, von denen nur die eine, normale, zur Befruchtung dient, während der Zweck der anderen, wurmförmigen, unbekannt ist. Bei vielen Lungenschnecken, zumal auf dem Lande, wird der Same in eine Hülse eingeschlossen und eine Spermatophore gebildet, oft von verwickeltem Bau. Sie erfordert besondere Drüsenabschnitte. Dazu kommen Reizorgane, Liebespfeile zumeist. Bei diesen Landschnecken gestaltet sich die Begattung mit ihrem Vorspiel oft zu einem wirklich dramatischen Akt, dessen einzelne Phasen besondere Erklärung erfordern in dem sonst so einförmigen Leben. Brutpflege äußert sich in ganz verschiedener Richtung. Nicht selten treffen wir unter Vorderkiemern und Lungenschnecken lebendiggebärende, zerstreut im System, oft einzelne Arten einer sonst eierlegenden Gattung. Die Eier haben, so sehr ihre Größe wechseln mag, doch immer einen ganz kleinen Dotter. Bei vielen entwickelt sich der Embryo ohne wesentlich

Verwandlung, wenn wir von den paarigen Exkretionsschläuchen oder Urnieren, einem Erbteil von den Strudelwürmern her, absehen. Noch öfter stellt sich eine Metamorphose ein, indem die marinen, wie die oben besprochenen Klassen der Amphineuren und Skaphopoden, eine frei schwimmende Larve haben, der Embryo der Landlungenschnecken aber vorübergehende Atmungsorgane von großem Umfange ausbildet.

Noch eine Beziehung der Gastropoden verlangt besondere Aufmerksamkeit, die zum Wasser nämlich. Sie erklärt vieles von dem, was eben bei der Fortpflanzung angedeutet wurde. Da die Schnecken die einzigen Weichtiere sind, die auf dem Lande sich heimisch gemacht haben, tritt diese Beziehung bei ihnen allein in den Vordergrund. Die Schleimhaut trocknet leicht aus, sie erfordert daher das engste Anschmiegen an die jeweiligen Zustände der Atmosphäre, Mittel, um herabgesetzten Wassergehalt im Körper schnell wieder auf das richtige Maß zu bringen, Mittel, um der Trocknis zu entgehen, Sommer- und Winterschlaf, Mittel, um Samen und Eier vor dem schädigenden Einfluß der nicht genügend mit Wasserdampf gesättigten Luft zu schützen, usw. Bei der Schale ist schon auf einiges hingewiesen. In erster Linie kommen hier die Lungenschnecken in Frage und nicht die zu den Vorderkiemern gehörigen Landdeckelschnecken, denen das Operculum jederzeit hermetischen Abschluß gestattet. Sie sind denn auch vorzügliche Wertmesser oder Indikatoren, wenn es sich um die Abschätzung des Klimas handelt, und haben für die Tiergeographie höchste Bedeutung. Wir werden diesen Verhältnissen öfters begegnen. Wie aber der Wassergehalt bei einer Landlungenschnecke nach Zeit und Umständen starken Schwankungen unterworfen sein kann, so wechselt er auch bei den Wasserschnecken in weitestem Maße, aber nicht bei demselben Tier. Hier sind die Unterschiede feststehend geworden und haben sich auf die Gruppen verteilt. So fand sich bei Vorderkiemern etwa ein normales Verhalten, bei dem die Trockensubstanz reichlich 20 Prozent vom Gesamtgewicht des Körpers betrug, wobei natürlich die Schale aus dem Versuch auszuschalten ist. Ganz anders bei den Hinterkiemern. Bei Aplysia sank die Trockensubstanz auf etwa 4 Prozent, bei den nahe verwandten und scheinbar nicht weniger kompakten Pleurobranchiden gar auf 2 Prozent. Das ist aber ein Minimum, das etwa an die Quallen erinnert, deren hoher Wassergehalt und leichte Zerfließlichkeit allgemein bekannt sind. Uns fehlen Berechnungen über die Gegensätze, die etwa eine Weinbergschnecke durchmachen kann, wenn sie im Winter möglichst zusammenschrumpft oder im Sommer, unter Wasser gebracht, unförmlich aufschwillt. Hier mögen die Gegensätze, die das einzelne Tier durchmacht, kaum weniger groß sein, als wir sie vorhin bei Vertretern verschiedener Ordnungen fanden.

Das führt uns auf die Systematik. Es wurde bereits gesagt, daß man nach den Atmungswerkzeugen die drei Ordnungen der Lungenschnecken, Vorder- und Hinterkiemer aufgestellt hat. Dazu kommt als vierte die der Flossenfüßer oder Ruderschnecken. Bei tieferem Eindringen sieht man, daß sich die Grenzen, namentlich zwischen den drei ersten Ordnungen, vielfach verwischen. Immerhin ist diese Einteilung als Grundlage ganz brauchbar. Anders stellt sich die Frage, in welcher Reihenfolge die Ordnungen zu nehmen seien, welcher der niedrigste, welcher der höchste Rang gebühre. Wie die eben besprochene Beziehung zum Wasser zeigt, kann man die größten Gegensätze, wie sie bei Vorder- und Hinterkiemern herrschen, von den Lungenschnecken aus ableiten, wo sie unter Umständen im einzelnen Individuum vereinigt sind. Denselben Gesichtspunkt kann man für die verschiedenen Seiten der Organisation verwenden. So reichen die Kiemen bei den Vorderkiemern zunächst nicht weit hinter in die Mantelhöhle, sondern treten am Rande auf. Ja,

bei der altertümlichen Pleurotomaria ist nachgewiesen, daß im Hintergrunde die Decke noch die Struktur einer Lunge hat. Wie wir sehen werden, gehört sie zu den ältesten Weichtieren, von denen versteinerte Reste auf uns gekommen sind. Sie liefert damit zugleich den Beweis, daß wir uns in der Schätzung primitiver Formen nicht oder nur wenig auf die Paläontologie verlassen können. Erhalten wurden naturgemäß in erster Linie Meeresschnecken, am besten solche mit derben Gehäusen. Süßwasser- und Landsedimente, bei welch letzteren man an Lößbildungen zu denken hat, wurden am leichtesten wieder abgetragen, da sie am oberflächlichsten liegen. Der erste Gesichtspunkt erklärt es, daß die Vorderkiemer mit derben Gehäusen in den alten Schichten weit mehr hervortreten als die meist zartschaligen oder nackten Hinterkiemer. Für die Lungenschnecken genügt der Beweis, daß sie bereits in paläozoischen Ablagerungen vertreten sind, auch wenn er sich nur auf vereinzelte Vorkommnisse stützen kann, um ihnen ein ebenso hohes Alter zuzusprechen wie den marinen. Wir können also auch die Paläontologie kaum für die Abschätzung des relativen Alters verwerten. So geht es aber mit allen Merkmalen, sobald wir sie näher ins Auge fassen. Überall zeigen sich Sonderanpassungen in Hülle und Fülle, aber kein bestimmter Fingerzeig, welchen Weg wir einzuschlagen haben, um den großen Gruppen ihren gebührenden Rang anzuweisen, eher schon, öfters wenigstens, innerhalb der Ordnungen.

Erste Ordnung.

Vorderkiemer (Prosobranchia).

Die Vorderkiemer bewohnen die wärmeren Gegenden des Landes, das Meer aber in allen seinen Teilen, ebenso das Süßwasser. Da bisher unter ihnen, soweit sie am Boden leben, nur eine einzige kleine Nacktschnecke, Titiscania *Bergh*, bekanntgeworden ist, die noch dazu dem Stillen Ozean angehört, und außerdem nur die Lamellariiden ihre Schale ganz in den Mantel einschließen, so haben wir es mit einem ungeheuren Schalenreichtum zu tun, der in den tropischen Meeren besonders anschwillt.

Zur systematischen Orientierung lassen sich verschiedene Merkmale benutzen, die Atmungs- und Kreislauforgane, das Nervensystem, die Radula. Bei den altertümlichsten Gruppen finden wir in der Mantelhöhle zu den beiden Seiten des Afters zwei Kiemen, und dazu gehören zwei Vorkammern am Herzen. Aber dieses Verhältnis ändert sich schon, sobald man die nächsten Verwandten hinzunimmt, die, obwohl ihre übrige Organisation gut übereinstimmt, die rechte Kieme und Vorkammer eingebüßt haben; etwas länger erhält sich bei ihnen die rechte Niere, die sogar anfangs bei der Harnabscheidung die Hauptaufgabe übernimmt. Wo nur noch eine Kieme vorhanden ist, bei den Kammkiemern oder Ktenobranchien, besteht sie fast immer aus einer einfachen Reihe dichtgedrängter Kiemenblättchen. Das Nervensystem verrät, wie wir sahen, einen altertümlichen Zustand dadurch, daß die Fußganglien als Markstränge erhalten und noch nicht zu abgesonderten Nervenknoten konzentriert sind. Da aber dieser Charakterzug nicht nur bei den Formen mit doppelter Kieme, sondern auch bei Kammkiemern sprungweise auftaucht, so eignet er sich gleichfalls wenig zur systematischen Einteilung. Um so besser dagegen die Zungenbewaffnung, die mit der Art der Nahrungsaufnahme zusammenhängt. Wiewohl auch hier einige Ausnahmen vorkommen, so halten sie sich doch in mäßigen Grenzen, und man kann unter allen Umständen an der Radula, soweit sie vorhanden ist, die Zugehörigkeit zu einer der großen Gruppen erkennen. Wir unterscheiden die folgenden:

Die Dokoglossen oder Balkenzüngler (Fig. b) haben eine mäßige Anzahl länglich rechteckiger Platten in jeder Querreihe ihrer Radula. Von diesen tragen einige, rechts und links symmetrisch, eine starke, dunkle Conchin- oder Chitinauflagerung, die den Namen veranlaßt hat. Die Radula kann sich zu einer Schneide erheben, so daß durch Zusammenwirken von rechts und links eine derbe Zange entsteht.

Bei den Rhipidoglossen oder Fächerzünglern (Fig. a) unterscheiden wir den Mittel- oder Rhachiszahn, dem jederseits die Lateral- oder Seitenzähne und nach außen die Marginal- oder Randzähne folgen. Die Randzähne sind sehr zahlreich, zu hundert, dabei schmal und schlank und oft mit den freien Enden fächerartig auseinandergespreizt. Die wenigen Seitenzähne sind meist untereinander verschieden und jeder einzelne wohl gekennzeichnet, sie bilden wieder eine Zange.

Bei den Tänioglossen oder Bandzünglern (Fig. c) sinkt die Zahl der Zähne in der Querreihe auf sieben herab, meist drei messerförmige Seitenzähne jederseits neben dem Mittelzahn. Das erlaubt einen vielseitigen Gebrauch.

Die Rhachiglossen oder Schmalzüngler (Fig. e) haben in der Regel nur den Rhachiszahn ausgebildet, manche dazu noch jederseits einen Seitenzahn. Sie sind durchweg Räuber.

Sechs Radulae: a Neritina, eine Querreihe von Zähnen, b Patella, linke Hälfte einer Querreihe, c Bythinia, Mittelzahn und linke Hälfte, d Scalaria, Mittelzahn und rechte Hälfte, e Mitra, Mittelzahn und linker Seitenzahn, f Conus, ein einzelner Zahn. Aus Bronn, „Klassen und Ordnungen des Tierreichs“, 3. Band, 2. Abt., Leipzig 1896.

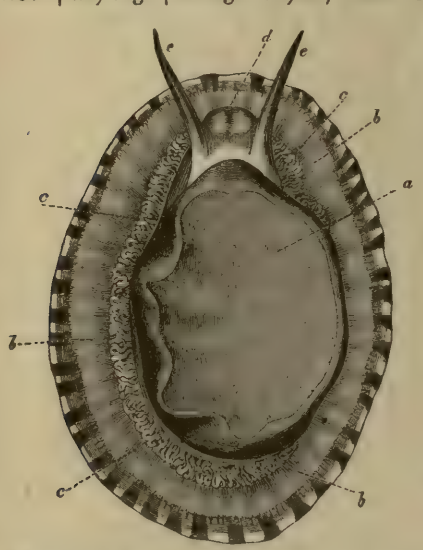
Bei den Toxoglossen oder Pfeilzünglern (Fig. f) fehlt der Mittelzahn. Von jeder Querreihe ist nur ein Seitenzahn entwickelt, abwechselnd der rechte und der linke. So entsteht eine eigenartige Kette. Jeder Zahn besteht aus einer Platte, die wie eine Papierrolle zusammengedreht ist. Das freie Ende trägt Widerhaken. Durch die Rinnen oder Röhren fließt beim Gebrauch zugleich der Saft einer Giftdrüse ab.

Die Ptenoglossen oder Federzüngler (Fig. d) haben das gleichmäßigste Gebiß von allen. Der Mittelzahn fehlt. Die zahlreichen Zähne sind einfach schlank-pfriemenförmig, die freien Spitzen, wie überall, nach hinten gerichtet, ein typisches Raubtiergebiß.

Die Aglossen oder Zungenlosen sind keine zusammengehörige Gruppe. Der Verlust der Radula kann eben an verschiedenen Stellen des Systems eintreten, meist infolge von Parasitismus, der bei den Schnecken bisher nur in wenigen Fällen einwandfrei nachgewiesen wurde.

1. Unterordnung: Balkenzüngler (Docoglossa).

Überall in der Gezeitenzone des Meeres sitzen am Felsen die trägen Napfschnecken oder Patellen (s. die untenstehende Abbildung und Tafel „Weichtiere I", 2 und 3), die hier ihr eigentliches Revier haben, wenn auch die Ausläufer nach verschiedenen Richtungen gehen, eine ins Brackwasser der Flüsse, eine ganz kleine Form, Bathysciadium *Pels.*, selbst in die Tiefsee, wo auf dem gleichmäßigen Schlick der Kiefer eines verwesten Tintenfisches noch eine feste Unterlage gewährt. Sich festsaugen in der Brandung, das ist das Lebenselement. Die flach kegelförmige Schale, deren Spitze exzentrisch vor der Mitte liegt, paßt sich dem Gestein vollkommen an; selbst dann, wenn dieses rauh ist und die zerfressene Oberfläche einer schlackigen Lava hat, wird der Schalenrand entsprechend unregelmäßig und zackig, so daß er stets vollständig sich der Unterlage anschmiegt. Sobald man die Schnecke berührt, preßt sie die Schale mit großer Kraft an den Boden an, und schon Réaumur hat erprobt, daß ein Gewicht von 14—15 kg erforderlich ist, um die Haftkraft der gemeinen Patella vulgaris *Bel.* zu überwinden. Gelingt es, einen Keil zwischen Schale und Stein zu treiben, so passiert es einem bei dem Versuch, durch Hebelwirkung die Schale mit dem Tier abzulösen, nicht selten, daß der Körper mitten durchreißt, Fuß und Kopf bleiben am Stein, die Schale mit dem Mantel und dem größten Teil der Eingeweide ist abgetrennt. Sitzt die Schnecke dagegen mit erhobener Schale, so daß der Kopf und die Seitenteile des Körpers frei liegen, dann genügt ein leichter seitlicher Schlag, um das Tier von seiner Stelle zu entfernen; so machen es die Fischer, welche die Schnecke zum Küchengebrauch einsammeln wollen.



Algerische Napfschnecke, Patella algira *Lam.*, von unten. Natürliche Größe. a die breite Sohle, b Mantel, c Kieme, d Schnauze, e Fühler.

Man hat sich gestritten, wie die Befestigung zustande kommt, ob ein zäher Schleim den Fuß gewissermaßen anleimt, oder ob bloß die Saugkraft der Muskulatur wirksam ist. Nach neueren Untersuchungen scheint es in der Tat, daß zunächst eine geringe Menge Schleim aus vielen einzelligen Hautdrüsen der Sohle ausgeschieden wird, aber nicht um eigentlich als Klebmittel zu dienen, sondern um zunächst alle Lücken zwischen Sohle und Stein auszufüllen. Dann setzt die Tätigkeit des ringförmigen Schalenmuskels, der nur vorn durch die kleine Mantelhöhle unterbrochen und somit hufeisenförmig ist, mit aller Kraft ein. So geschieht es bei jeder Brandungswelle, dauernd aber, wenn das Tier zur Ebbezeit dem Sonnenschein ausgesetzt ist. Das hat zu einer Art Symbiose mit anderen zarthäutigen Tieren, wie es z. B. die Strudelwürmer sind, geführt, die sich während derselben Zeit unter den Mantelrand der Patella flüchten und hier eine Stelle finden, die dauernd naß bleibt.

Die Atemhöhle enthält bei den echten Patellen keine Kieme, sondern ist eine Lungenhöhle, die gelegentlich in der Tat noch Luft aufnimmt. Bei verwandten Gattungen treffen wir indes darin eine gefiederte Nackenkieme, so daß hier nur echte Kiemenatmung besteht, die ja bei den Formen aus tieferem Wasser selbstverständlich ist. In jedem Falle aber



1. Käferschnecke, Chiton sp., auf einem Stein sitzend Nat. Gr. S. 401. — H. Main-London phot.





2. Oben: Napfschnecke, Patella granularis *L.* (S. 424): links von der Bauchseite, rechts von der Rückenseite; in der Mitte: 2 Stücke des Seeigels Psammechinus microtuberculatus *Blv.* (S. 368). Verkleinert. Dr. Grimpe phot. — 3. Napfschnecke, Patella sp., von oben gesehen, sitzend. Nat. Gr. S. 424. H. Main-London phot.

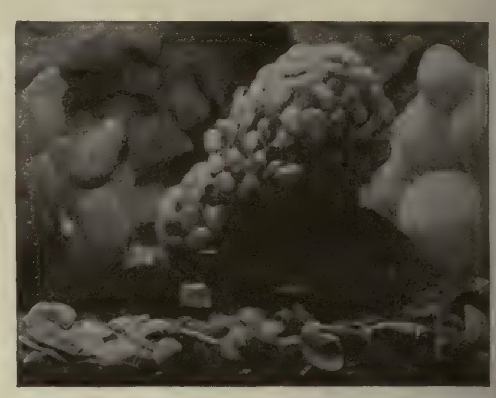




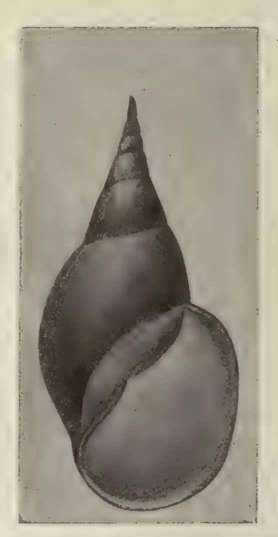
4. Ein Stück von der Radula der Kreiselschnecke, Trochus cinerarius *L.* Vergr. 22 : 1. S. 430. H. Main-London phot. — 5. Seeohr, Haliotis *L.*, von innen und außen gesehen. Nat. Gr. S. 427. H. Main-London phot.



6. Kinkhorn, Buccinum undatum *L.*, halbwüchsig. S. 452. — Prof. W. Köhler-Tegel phot.

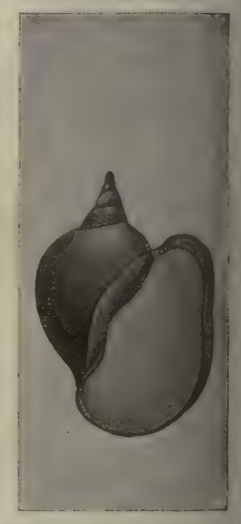


7. Laich vom Kinkhorn, Buccinum undatum *L.* $^2/_3$ nat. Gr. S. 456. — Prof. W. Köhler-Tegel phot.

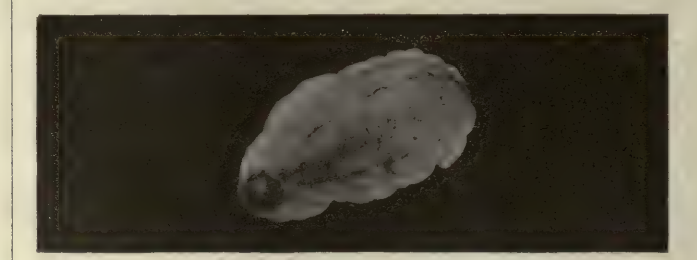


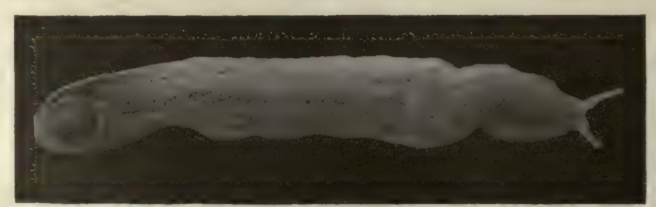






8. Verschiedene Anpassungsformen der Gemeinen Schlammschnecke, Limnaea stagnalis *L.*, von denen die kürzeste in der Uferregion des Bodensees lebt. Nat. Gr. S. 470. Nach Dr. O. Buchner (Mitt. aus dem Kgl. Naturalien-Kabinett zu Stuttgart, 1916).





9 und 10. Testacella haliotidea *Drap.*, oben mit eingezogenem Kopfende, unten kriechend. Nat. Gr. S. 479. — H. Main-London phot.



11. Eier von Testacella haliotidea *Drap.* Nat. Gr. S. 482. — H. Main-London phot.

erscheint die Atemhöhle zu klein, um der Atmung zu genügen. Darum sind rings unter dem Mantel sekundäre Hautkiemen (c in der Abb. auf S. 424) gewachsen, die der Gruppe auch den Namen der Kreiskiemer eingetragen haben. Der Kopf trägt eine kurze Schnauze und zwei pfriemenförmige Fühler. Gegen deren unteres Ende sitzen die Augen, die hier noch den oben (S. 417) geschilderten primitiven Zustand des offenen Bechers bewahrt haben. Auch der Mantelrand ist meist gefranst, d. h. mit kurzen Tastern ausgestattet.

Aus der vollkommenen Anpassung der Schalenränder an die glatte oder unebene Form des Felsens möchte man schließen, daß die Schnecke ihren Ort niemals verläßt, daß sie seßhaft ist; und man hat den Schluß oft genug gezogen. Er hat sich aber als Irrtum erwiesen. Vielmehr machen die Tiere nächtliche Wanderungen von Meterlänge. Das Merkwürdige ist nur, daß sie dabei, immer in bestimmter Weise nach links kriechend, endlich an den Ausgangspunkt zurückkehren und sich am alten Flecke genau in der vorigen Weise wieder hinsetzen, ein wunderbarer Ortssinn, vermutlich allerdings unterstützt durch die regelrechte Abweichung von der geraden Richtung beim Kriechen. Sie führt wohl das Tier schließlich wieder an die alte Stelle, wie der Hase vor dem verfolgenden Hund in viel größerer Kreisbewegung schließlich auf großem Umwege zurückkehrt und ins Lager einspringt. Diese Ortsstetigkeit, das „Homing“ der Engländer, ist jetzt mannigfach näher untersucht, und es hat sich ergeben, daß es einer gründlichen Umwandlung der Wohnstätte während der Wanderung bedarf, um die Schnecke nach der Rückkehr zum Aufsuchen eines neuen passenden Platzes zu veranlassen. Übrigens wird die Wohnung keineswegs an jedem beliebigen Orte aufgeschlagen, wenigstens nicht bei den in der Gezeitenzone lebenden Arten. Für sie ist das Bedürfnis der Schleimhaut nach möglichster Sättigung der Luft mit Wasserdampf maßgebend; daher werden Spalten oder die Schattenseiten der Klippen bevorzugt. Die vorzugsweise nächtlichen Wanderungen dienen zur Befriedigung des Hungers. Die Schnecke weidet während der Bewegung den Felsen ab. Eine Fraßspur verrät ihren Weg; denn solange das Tier kriecht, ist die Radula in Tätigkeit. Als Nahrung wird alles dienen, was auf dem Felsen haftet, nicht größere Pflanzen, wie Ulven und Fucus, sondern in erster Linie kleine Organismen, wie sie auch den Käferschnecken zur Beute fallen. Eine Pflanze wird dabei wohl auch mit aufgenommen, aber nicht in erster Linie aufgesucht und abgeweidet, sondern das Abrasieren des harten Steingrundes steht im Vordergrund. Ob dabei eine besondere Auswahl nach dem Geschmack getroffen wird, wissen wir noch nicht. Für solche Nahrungsweise ist nun die Raspel mit ihren derben, plumpen Schneiden ein vorzüglich geeignetes Instrument; ihre dicken Zähne entsprechen dem abzuschabenden Felsen mit seinem Überzug, der in der Brandung nicht weniger festhaftet als die Schnecke selbst. Solche Tätigkeit aber bedingt eine besonders schnelle Abnutzung, die ebenso raschen Ersatz erfordert. Daher ist die Radulascheide, in der die Zähne gebildet werden, ganz außerordentlich lang, sie erreicht wohl Körperlänge und wird spiralig eingerollt, um in der Leibeshöhle Platz zu finden. Der Nahrungswert der kleinen Lebewesen, die so vom Felsen gewonnen werden, scheint gering, da sie alle eine dicke Körperhülle besitzen. Das dürfte der Grund sein für die außerordentliche Länge des Darmes, der in der Leibeshöhle innerhalb des Schalenmuskels vielfache Windungen beschreibt, um sich in der Atemhöhle auf der Afterpapille zu öffnen.

Für die Fortpflanzung bewegt sich die Schnecke nicht vom Fleck, denn es findet keine Begattung statt. Vielmehr werden die Zeugungsstoffe frei durch die rechte Niere entleert und finden sich im Seewasser zusammen. Die Geschlechter sind getrennt und lassen sich bei manchen Arten leicht unterscheiden, nicht durch sekundäre Geschlechtsmerkmale, die hier

keinen Sinn hätten, sondern durch die verschiedene Farbe von Eierstock und Hoden, grün oder gelb. Es hat sich neuerdings gezeigt, daß die Diözie auf keinen Fall durchgreift, sondern daß Proterandrie herrscht, mindestens bei gewissen Arten; die Geschlechtsdrüse erzeugt erst Samen, später Eier. Aus den Eiern gehen frei schwimmende Larven mit Wimperschopf, Segel und rundlicher Schale hervor, an welcher der Weichkörper noch mit einfachem Spindelmuskel haftet. Da aber die Art des Festsetzens und der weiteren Umwandlung noch nicht genügend erforscht ist, wollen wir uns hier nicht weiter darauf einlassen.

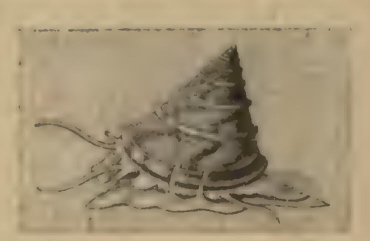
Wir wollen lieber noch einen Blick auf die Schalen werfen, die oft schön strahlig gezeichnet sind. Meist allerdings sind sie unscheinbar, dick in der Brandung, mit allerlei organischem Überzug, wie der Felsen selbst. Doch kommen auch andere Schalenbildungen vor, so bei der kleinen Patella (Helcion *Montf.*) pellucida *L.* von unseren Küsten. Sie hat den Felsen verlassen und ist auf die Fukoideen übergetreten. Damit ist ihre Schale dünn und durchscheinend geworden und hat wunderbare, blaugrün irisierende Streifen ausgebildet, die sie dem von der Sonne beleuchteten schillernden Tang ähneln läßt.

2. Unterordnung: **Fächerzüngler (Rhipidoglossa).**

Die kleinsten sind Tierchen von wenigen Millimetern, die größten übertreffen noch die Größe einer derben Faust. Zwischen beiden spannt sich eine reiche Gruppe aus, deren Schale durch ihr Perlmutter-Hypostrakum bereits das hohe Alter bezeugt. Wo der Glanz verblaßt geht er doch nur in einfaches Weiß über. Verfolgen wir die Schale rückwärts in der Erdgeschichte, da ist es namentlich eine Form, die in vielfachen Abänderungen von den paläozoischen Schichten an durch die verschiedenen Perioden hindurch geht, die Pleurotomaria *Defr.* Man hielt sie indes für ausgestorben. Da kam vor noch nicht einem halben Jahrhundert an der westindischen Küste ein Exemplar zum Vorschein, jedoch tot; das Gehäuse war von einem Einsiedlerkrebs bewohnt und von ihm aus der Tiefe an die Oberfläche gebracht worden. Denn es hat sich gezeigt, daß diese Art unterhalb der Litoralregion zu Hause ist. Das gleiche gilt von den verschiedenen Verwandten, die inzwischen von der ostasiatischen Küste, von den Philippinen bis Japan, allmählich bekanntgeworden sind. Leider kennen wir die abyssischen Gründe, die sie bewohnen, nicht, denn sie werden von den Japanern geheimgehalten, um die Preise der begehrten Objekte nicht plötzlich sinken zu lassen, daher f[illegible] das japanische Volk Millionärschnecken getauft hat. Aber dabei ist es nicht geblieben. Während jene ehrwürdigen Reste in der Tiefe sich auf zwei Stellen beschränken, ist jetzt der Nachweis geführt, daß die Familie der Pleurotomariiden noch in einer weiter umgewandelten Gattung auch in der Uferzone der wärmeren Meere weit verbreitet ist, in Haliotis *L.* nämlich, dem Seeohr. So sind wir in der glücklichen Lage, die anatomischen Bearbeitungen, die uns Bouvier und Martin Woodward von den Pleurotomarien der Tiefsee geliefert haben, mit dem zu vergleichen, was uns in der bekannteren Haliotis jederzeit zu Gebote steht. Die Schlitzschnecke, wie wir die Pleurotomaria nennen können, hat ihren Namen von einem schmalen, langen Schlitz in der Schale, der etwa in der Mitte der Außenlippe beginnt und sich parallel der Naht bis weit auf das kreisel- oder kugelförmige Gewinde hinaufzieht. Er führt in die Mantelhöhle. An seinem Ende liegt der After; der Schlitz dient also hauptsächlich zur Entfernung der Fäzes. Rechts und links neben dem Schlitz liegt ein gefiederte Kieme. Da nun eine solche Einrichtung keineswegs zu den ursprünglichen Merkmalen der Molluskenschale gehört, so haben wir uns nach ihrer Entstehung umzutun. Und da kommt uns die bereits erwähnte Entdeckung zustatten, daß die Decke der Atemhöhle hint[illegible]

den Kiemen ein Lungengefäßnetz trägt. Damit ist das Rätsel gelöst: der Ahn der Schnecke lebte offenbar als Lungenschnecke auf dem Lande. Denn wir werden später sehen, daß auch eine unbezweifelte echte Lunge sich, unbeschadet ihrer Funktion, mit Wasser füllen kann. Die kleine Schnecke ist dann ins Meer geraten und weitergewachsen, ohne daß sich der After in gleichem Tempo mit verschob. So hat der Mantelrand bei seiner Zunahme sich über dem After eingebuchtet, um die Exkremente schneller zu entlassen. So ist der Schlitz entstanden.

Haliotis hat in der Jugend denselben Schlitz, aber er wird durch Schalensubstanz überbrückt und zum Loch geschlossen (s. Tafel „Weichtiere I", 5, bei S. 424). Es ist der gleiche Vorgang, nur an anderer Stelle, wie wir ihn bei Schizodentalium kennenlernten. Allmählich schließen sich der Schlitz und die Löcher von oben her, und es bleibt nur noch eine Reihe von Löchern in der Nähe der Mündung. Übrigens ist die Schale von Haliotis noch in anderer Richtung umgewandelt, abgeflacht und ausgeweitet, ohne eigentliche Spindel. Damit hat sich auch der Schalenmuskel geändert; an Stelle des Spindelmuskels finden wir einen derben Muskel, der an der Unterseite des letzten Umganges der Schale entspringt und an leeren Gehäusen an seinem rundlichen Eindruck zu erkennen ist. Die Verlagerung hat auch auf den Eingeweidesack umbildend gewirkt.



Kreiselschnecke, Trochus (Calliostoma) zizyphinus *L.* Aus Bronn, „Klassen und Ordnungen des Tierreichs", 3. Band, 2. Abt., Leipzig 1896.

Die Schlitzbildung führt in einer anderen Richtung zu einer eigenartigen Entwickelungsreihe. Emarginula *Lam.* hat einen kurzen Schlitz an dem gewundenen Gehäuse. Bei der kleinen Scissurella *Orb.* schließt er sich an der Außenlippe, so daß ein einfaches Loch bleibt auf dem letzten Umgange nahe der Mündung. Bei Fissurella *Lam.* rückt dieses Loch auf die Spitze einer kegelförmigen Schale. Das kurze Gewinde geht verloren. Dem Schalenloch entspricht ein Loch im Mantel, der ein kurzes Rohr nach außen hindurchsteckt. Hier mündet der After. Dabei hat das Tier seine Asymmetrie aufgegeben, von der einseitigen Ausmündung der Geschlechtsdrüsen abgesehen, und ist so weit symmetrisch geworden, daß beide Kiemen in gleichem Abstand von der Mittelebene gerade nach vorn gerichtet sind. Damit hängt dann die gleichmäßige Kegelform der Schale zusammen. Man hat die Art früher, so noch in der vorigen Auflage dieses Werkes, zu den Napfschnecken gestellt, aber die Entwickelungsgeschichte hat inzwischen die Zugehörigkeit der Fisurella zu den Fächerzünglern sichergestellt.

Bei einer anderen Reihe ist der After weiter nach der Mündung zu verlegt, und damit ist der Schlitz verschwunden, womit auch die rechte Kieme und Niere in Wegfall gekommen sind. Hierher gehören: Trochus *L.*, die Kreisel- oder Eckmundschnecken, mit kreiselförmigem Gewinde und rautenförmiger Mündung, Turbo *L.*, der Rundmund, mit mehr kugeliger Schale, und ähnliche, z. B.: Delphinula *Lam.*, die aber allerlei Zierat von Leisten, Knoten und Blättern auf der Schale trägt. Phasianella *Lam.*, mit länglicher glatter Schale, erinnert an viele Landschnecken, Bulimus z. B. Bei den kleineren Neriten und Neritinen mit ihren derben Schalen haben wir die größeren Vertreter im Meer, die kleineren im Süßwasser. An tropischen Küsten lebt eine Form sogar außerhalb des Wassers im Mangrovegebiet auf Bäumen, denn für die Atmung ist es gleichgültig, ob die Luft mit Wasserdampf oder das Wasser mit Luft gesättigt ist. In den Sturzbächen der Inseln des Indischen Ozeans ist eine Umwandlung eingetreten insofern, als das Tier gezwungen wurde, sich fest anzusaugen. So ist durch Abflachung aus Neritina die Nacella *Schum.* entstanden, die ihren Deckel nie

mehr gebraucht, so daß er von der Haut überwachsen ist. Es ist das um so auffälliger, als in der Regel bei den Fächerzünglern das Operkulum besonders stark ausgebildet ist. Die Süßwasserformen erreichen ihren nördlichsten Punkt bei uns in Deutschland, wo die kleine, mit zierlicher Gitterzeichnung versehene Neritina fluviatilis *Müll.*, die man wunderlicherweise als „Schwimmschnecke" bezeichnet, selbst in die Ostsee übertritt (s. Fig.). Im Flußgebiet der Donau kommen bereits neue Arten hinzu. Auf die kleinen Helicinen, die ganz auf dem Lande leben, kommen wir später zurück.

In den Tropen gehen auch große Arten von Turbo bis in die oberste Flutgrenze wenigstens hinauf, womit sie eine besondere Lebenszähigkeit erwerben müssen, so der in Ostindien heimische Turbo pagodus *T.-W.*, die Pagode oder der papuanische Kreisel. Das Tier hält sich oberhalb des Wasserspiegels an den Klippen auf, wo es nur von der Brandung bespritzt wird. Rumph („der alte Rumphius") erhielt, wie er in seiner Amboinschen Raritätenkammer berichtet, die am Strande von Nussanive gesammelten Stücke über 7 Monate ohne Wasser und Nahrung lebendig; ein anderes Stück lebte nach einem Jahre Einsperrung noch. An diese Zähigkeit knüpfte sich der sonderbare Gebrauch der Eingeborenen, diese Schnecken in ihre Kleiderkasten zu legen, um, wenn das Tier vor der gewöhnlichen Zeit starb, ein Zeichen zu haben, daß etwas aus den Behältnissen gestohlen sei.



Delphinula laciniata *Lam.* Natürliche Größe.

Vom Weichkörper ist ein ziemliches Gleichmaß der Umrisse zu melden. Die Tiere sind durchweg Bodenformen mit derbem Fuß. Bei den meisten ist der Mund zu einer Schnauze verlängert. Solcher Einförmigkeit steht ein großer morphologischer Reichtum gegenüber in den Sinneswerkzeugen der Epipodial- oder Seitenlinien, zu denen in dieser Gruppe sehr deutlich auch die beiden Kopftentakel, mit den Augen an ihrem Sockel, gehören. Denn es finden sich bei manchen auch noch auf der Stirn über der Schnauze kürzere fühlerartige, bisweilen verzweigte Anhänge in einer Linie, welche die beiden Kopffühler verbindet und durch eine hervorragende Leiste oder Falte gekennzeichnet sein kann. Die Falte erstreckt sich weiter auf den Fuß bis nach hinten zu den Seiten des Deckels. In regelrechten Abständen trägt sie Fühler, jederseits vier und mehr. An deren Basis stehen bei Trochus noch kleinere keulenförmige Taster, bei manchen ersetzt durch einen dunklen Pigmentfleck, den man eine Zeitlang für ein Auge hielt, bis Pelseneer den Irrtum aufklärte. Alle diese Fühler und Taster sind reich mit Sinnesknospen besetzt. Bei Haliotis steigert sich ihre Zahl ins Unendliche, wir erhalten rings um die flache Schale einen dichten Tentakelkranz, untermischt mit gelappten und verzweigten Anhängen, die man für sekundäre Kiemen hält.



Gemeine Schwimmschnecke, Neritina fluviatilis *Müll.* Natürliche Größe.

Fuß und Fühler lassen mancherlei Besonderheiten erkennen in ihrer Tätigkeit. Sehen wir uns zunächst einmal eine Haliotis im Neapler Aquarium auf ihr Benehmen hin an! Lösen wir eine Schnecke mit großer Gewalt von der Unterlage, wobei oft Stücke des Glaskittes abreißen und an der Sohle hängenbleiben, so krümmt sich die Sohlenfläche an dem

auf dem Rücken liegenden Tier zunächst ein, indem die Seitenwände überquellen. Dann erfolgen Versuche zur Wiederaufrichtung, ähnlich wie bei Schildkröten. Die Enden des Fußes strecken sich seitwärts und suchen einen Berührungspunkt. Trifft das Hinterende zuerst an die senkrechte Glaswand, so haftet es sofort und dient als Angelpunkt, von dem aus die ganze Sohlenfläche an die Wand kommt. Das gleiche geschieht, wenn zuerst das Vorderende berührt. Noch auffälliger ist es, wenn zufällig Vorder- und Hinterende gleichzeitig die Glasscheibe treffen. Dann saugen sich beide fest, aber bei dem Versuch, sich mit Hilfe der beiden Anhaftungspunkte aufzurichten, reißen beide Enden wieder los, und die Schnecke sinkt in die Rückenlage zurück, wiewohl man doch gerade jetzt geglaubt hätte, das Aufrichten müßte am leichtesten gelingen. Jeder Berührungsreiz löst offenbar gleich das Ansaugen aus; aber es scheint, daß der starke Schalenmuskel oder Adduktor seine volle Kraft nur entfalten kann, wenn er von einem Ende aus gereizt wird, von dem dann die Zusammenziehung auf die Nachbarteile fortschreitet. Die Zersplitterung des Reizes schwächt die Wirkung, wobei es dahingestellt bleiben muß, ob der Grund in der Muskulatur oder in den Nerven liegt.

Hat die Schnecke wieder festen Boden gewonnen, so daß die Sohle der Glaswand fest anliegt, so beginnt sie wohl zu kriechen. Freilich sah Simroth nur so langsame Bewegungen, daß in 5 Minuten etwa 6 cm zurückgelegt wurden, da er versäumt hatte, den ersten Erreger von Fluchtbewegungen bei marinen Vorderkiemern hinzuzusetzen, ihren grimmigsten Feind nämlich, einen Seestern. Dabei ist meist eine Halbierung der Sohle in der Weise angedeutet, daß der Vorderrand in der Mitte eingekerbt ist. Nun sieht man im Fuß allerlei schattenhafte Strukturen auftauchen von zweierlei grundsätzlich verschiedener Art. Die einen sind breite, verschwommene dunkle Querbänder, niemals von der Regelmäßigkeit, wie sie der Stylommatophorenfuß zeigt, vielmehr bald rechts, bald links, bald vorn, bald hinten; sie bedingen ungleichmäßige Ausladungen des Körperumrisses und wälzen sich meist nach vorn, gelegentlich aber auch in entgegengesetzter Richtung, in welch letzterem Falle sie die Schnecke rückwärts kriechen lassen. Sie beruhen offenbar auf groben Blutschwellungen, die den ganzen Fuß durchziehen. Die zweite, ganz andersartige Erscheinung zeigt die untere Sohlenfläche während des Kriechens. Die Stellen, welche ihre lokomotorische Tätigkeit durch ihren derben Fleischton verraten, lassen eine feine regelmäßige Querstreifung erkennen, Linien, die in weniger Abstand als 1 mm streng von rechts nach links parallel gerichtet sind. Sie verschwinden in dem Augenblick, in welchem die Schnecke zu kriechen aufhört, und hängen offenbar mit dem jeweiligen Zustande der Muskelfasern zusammen. Besonders klar treten uns diese Vorgänge entgegen bei den lebhaften Kreiselschnecken oder Trochiden, von denen Trochus magus *L.* und Zizyphinus *Gray* in jungen und erwachsenen Stücken untersucht wurden. Hier zeigt sich während des Kriechens eine deutliche Halbierung der Sohle, indem je ein Paar dunkle Querbänder unabhängig voneinander in der rechten und linken Hälfte auftreten. Sie ziehen eilig nach vorn, um den vorderen Sohlenrand bald gleichmäßig, bald die eine Hälfte voraus schnell vorzuschieben. Man erkennt nun ohne weiteres, daß es sich um Blutschwellungen handelt, um grobe, wuchtende Pulsationen; denn die ganze Haut, auch der Rücken des Fußes macht die Bewegungen mit, wie man sonst bloß bei Cephalopoden, einem Octopus etwa, die Haut wogen sieht. Besonders bei den sehr geschwinden jüngeren Trochiden sind die Umrißänderungen bedeutend, die seitlichen Fußränder lassen in groben Ausladungen die Wellen über sich hinweg nach vorn ziehen. Alle diese lebhaften Vorgänge fesseln das Auge und lenken die Aufmerksamkeit von der Tatsache ab, daß bei jeder Bewegung dieselben feinen helleren

(Gerinnungs-) Linien in der Sohlenfläche auftreten, die wir bei Haliotis kennenlernten in der gleichen Anordnung, nur viel klarer und feiner. Sobald der Fuß ruht, verschwinde die Erscheinung.

Wir wollen diese schwierigen Einzelheiten nicht weiter verfolgen, hier mag es genügen auf die verschiedenen Einzelkräfte, die in dem fleischigen Fuß bei der Bewegung zusammen wirken, hingewiesen zu haben: allgemeine grobe Pulsationen, Halbierung der Sohle de Länge nach, Auftreten feinster Querlinien während der Lokomotion. Den beiden letzte Besonderheiten werden wir, getrennt und in weit vollkommenerer Ausbildung, auf dem Land wieder begegnen, bei den Landdeckelschnecken und den Lungenschnecken.

Während eine Wasserschnecke ihre Fühler im allgemeinen vorsichtig vor scharfer Be rührung hütet, bedächtig zur Seite biegt oder zurückzieht, verhalten sich namentlich di Trochiden viel lebhafter, so daß sie auch hierin an Tintenfische gemahnen. Zizyphinu hat z. B. zwei lange Fühler und auf der papierdünnen Epipodialfalte jederseits vier Taste Die Haut unter ihnen ist gekörnt, polygonal gefeldert, anscheinend mit Harnsäureablag rungen, jedenfalls nicht glatt wie bei typischen Wasserschnecken. Die Fühler sind länger a die Epipodialtaster und dunkler, fast ganz schwarz gefärbt. Sonst besteht kein Unterschie zwischen beiden. Die Fühler sind sehr lang, peitschenförmig, ganz allmählich zugespitzt. S werden viel freier gebraucht als bei anderen Schnecken, gekrümmt, zu Schleifen zusamme gebogen wie eine Peitsche beim Schlage, die Taster ebenso, nur etwas schwächer. S machen die Fühler weit mehr den Eindruck eines Cephalopodenarmes als eines Schnecke tentakels. Noch mehr: wenn sie einen festen Körper berühren, haften sie, wen auch nur eine kurze Zeit, und reißen sich dann los. Das ist aber typisch cephalopode artig. Trochus magus bringt ein neues Element dazu, insofern seine drei Paar Epipodi taster in Scheiden zurückgezogen werden können.

Eigentümlich ist die Neigung auch großer Rhipidoglossen, die im Seewasser lebe wenn sie zufällig über den Wasserspiegel geraten, ein Luftbad zu nehmen, vorausgese daß die Luft vollkommen feucht ist. Dieses Moment ist offenbar maßgebend für den e wähnten großen Turbo, der in den Tropen an der obersten Flutgrenze lebt. Man wird n Sicherheit behaupten dürfen, daß er seine wahre Regsamkeit in die feuchte Nachtluft verle Aber selbst bei Haliotis, die gewöhnlich untergetaucht an der Unterseite der Felsen hau läßt sich im Aquarium bei schwülem Schirokko solche Neigung beobachten. Sie reißt zunäc ihre Kiemenhöhle weit auf; allmählich nimmt sie eine ganz absonderliche Stellung ein, ind sie ihre Schale schräg, ja beinahe senkrecht stellt zur Längsachse des Fußes, so daß die unt Hälfte des Eingeweidesackes sich seitlich über die Sohle wegschiebt und frei an der Luft lie

Die Fächerzüngler werden gewöhnlich als Pflanzenfresser bezeichnet, die Tange weiden sollen. In der Tat mag sich die Radula ganz gut dazu eignen; indem ihre Hälften von rechts und links nähern, bilden die Seitenzähne die Zange zum Erfassen und Abreiß eines Pflanzenstückes, und die vielen Randzähne mögen es, wie zwei Bürsten, festhalten u nachschieben (s. Tafel „Weichtiere I", 4, bei S. 424). Dennoch ist es ausgeschlossen, daß m die Regel verallgemeinern dürfte. Weder der große Turbo an der oberen Flutgrenze noch Pleurotomarien in der Tiefsee haben größere Pflanzen zu ihrer Verfügung. Die letzte sind unter allen Umständen auf Fleischnahrung angewiesen. Unsere kleine Neritina fluviat sah Simroth mit Vorliebe in der Nachbarschaft der Süßwasserschwämme und fand den E darm mit deren Kieselnadeln vollgepfropft. Vielleicht hängen die hornigen Leisten im Ma mit der Aufgabe zusammen, die fleischigen Teile der Spongilla von den Nadeln zu sonde

Was wir von der Fortpflanzung wissen, deutet im allgemeinen auf Diözie. Bei den Neriten bleiben, wenigstens bei einer Art von den Philippinen, die Männchen hinter den Weibchen an Größe zurück, woraus wohl auf Proterandrie zu schließen ist. Die Männchen haben eine fleischige Rute an der Stirn zwischen den Fühlern, anscheinend ohne jede Verbindung mit der neben dem After gelegenen Geschlechtsöffnung, weder durch einen inneren Samenleiter, noch durch eine äußere Samenrinne. Wir wissen nicht, wie die Begattung sich vollzieht, obwohl gerade hier besonders weitgehende Vorbereitungen dafür getroffen sind, denn beim Weibchen ist die Öffnung für die Kopula von der für die Eiablage getrennt. Auch hat Bourne gezeigt, daß der Same nicht frei übertragen, sondern in eine Samenkapsel oder Spermatophore eingeschlossen wird. Unsere Neritinen bergen eine Anzahl Eier in je einer kugeligen Kapsel, die meist auf die Schale abgesetzt wird; nachher springt die obere Hälfte wie ein Deckel ab. Trochiden legen die Eier einzeln ab oder bilden eine einfache Laichschnur. In den Entwickelungsgang ist eine Schwimmlarve oder Trochophora eingeschaltet, aber das Velum oder der Wimperkranz bildet nur einen einfachen, nicht erweiterten Ring, so daß auf eine kurze Periode schwimmender Lebensweise geschlossen werden muß. An der jungen Schnecke treten, nach Roberts Untersuchungen, die Epipodialtaster, d. h. die jederseits in einer Längslinie auf dem Fuß angebrachten Fühler, unverhältnismäßig stark hervor, namentlich die Sinnesknospen sind wohl schon so groß wie bei der erwachsenen, so daß diese Organe hirschgeweihartig verzweigt erscheinen. Mit der Sohle bewegt sich das junge Tierchen zunächst innerhalb des Laiches, indem sich die Seitenränder nach unten biegen, so daß eine Rinne entsteht, die sich nach unten krümmt — beiläufig dieselbe Weise, wie sich mancher höherstehende Vorderkiemer, z. B. die Kegelschnecke des Mittelmeeres, Conus mediterraneus *Brug.*, in den Sand eingräbt.

Die beste Verknüpfung zwischen den Fächer- und den Bandzünglern bieten die Landdeckelschnecken, denn beide stellen ihren Anteil. Man hat sie wohl auch als Netzkiemer bezeichnet, weil sie an Stelle der Kiemen ein Gefäßnetz an der Decke der Mantelhöhle tragen, nach Art der Pulmonaten. Aber die Atemhöhle ist nicht verschließbar wie deren Lunge. Die Fühler können nicht eingestülpt werden, der Penis liegt beim Männchen als äußerer Anhang an der rechten Nackenseite, alles wie bei echten Vorderkiemern, denn der Schutz gegen trocknende Luft mit unzureichendem Wassergehalt wird durch das Operkulum gewährleistet. Dieser Deckel könnte allein schon bei näherer Betrachtung einen Begriff geben von dem Reichtum, der sich unter den meist kleinen, nicht über den Umfang einer Hainschnirkelschnecke hinausgehenden Formen verbirgt; bald ist er einfach rundlich, bald oval oder länglich asymmetrisch, bald mit spiraliger Zuwachslinie, bald ohne solche, bald trichterförmig, bald mit einer zierlichen Kalkkrause geschmückt. Aber die Helicinen, bei denen die Mündung der kugeligen Schalen durch kräftige Faltenbildung verengert ist, haben dadurch die Verdunstungsfläche so herabgedrückt, daß sie des Verschlusses entbehren können und den Deckel eingebüßt haben. Sie stellen unter den Landdeckelschnecken den Hauptanteil der Fächerzüngler und sind fast ganz auf die Tropen, mit Ausschluß Afrikas, beschränkt: nur in Ostasien gehen sie über den nördlichen Wendekreis hinaus bis Japan, aus demselben Grunde, der für das gleiche Vorkommen von Cryptoplax unter den Platophoren angegeben werden konnte (S. 401). Bis Cattaro an der Adria, also beinahe bis in unsere Fauna, ragt bloß die kleine Hydrocaena *Parr.* hinein, die viel altertümliche Züge bewahrt hat.

Ungleich reicher sind unter den Landdeckelschnecken die Bandzüngler vertreten, durch die ganzen Tropen und Subtropen hindurch, aber auch wieder am reichsten in Südostasi n, wo sie in hundert und aber hundert Arten hausen, die sich auf eine große Menge von Gattungen verteilen. Und diese Gattungen zeigen schon durch die Verschiedenheit ihrer Schalen, daß sie in Wahrheit eine sehr vielseitige und heterogene Masse darstellen, in deren Bau und Lebensweise wir nur ungenügenden Einblick haben. Die größten, Cyclotus *Gldg.* und Cyclophorus *Montf.*, gleichen etwa einer Schnirkelschnecke, mit zahlreichen, schmalen Umgängen, ziemlich niedergedrückt und weit genabelt. Eine Form reicht vom Osten her bis ins Gebiet des Kaukasus. Pterocyclus *Bs.* mit zarter Schale führt auf den feuchten Philippinen ein Baumleben. Ebendort haust die winzige Palaena *Semp.* mit einer eigenartigen Wasserversorgung. Das längliche Schälchen ist besetzt mit kreisrunden, verhältnismäßig großen Platten, die sich wie Buckelschilde ausnehmen. Unter ihnen kann sich in dem engen Spaltraum bis zur Schale bei trocknem Wetter ein Wasservorrat halten. Opisthostoma *Blanf.* wurde bereits genannt als Beispiel einer Schnecke, deren letzter Umgang sich auf das Gewinde hinaufschlägt. Bei Opisthoporus *Bs.* ist es ein feiner Kanal, der von der Mündung aus in der Nahtlinie sich ein Stück hinaufzieht und sich dort öffnet, ähnlich wie bei Spiraculum *Pears.* Dieses Röhrchen setzt auch während der Ruhe, wenn der Deckel fest angedrückt ist, den Mantelraum mit der Außenwelt in Verbindung und erlaubt Luftwechsel zur Atmung. Einfacheren Einrichtungen werden wir bei Meeresschnecken als Sipho wieder begegnen. Die Pupinellen haben ein längliches braunes Gehäuse, das man sofort an seiner vollkommenen Glätte erkennt, es wirkt wie poliert und gefirnißt. Der kreisrunden Mündung ist ein flacher Ring angesetzt, mit einer oder mehreren eingeschnittenen Rinnen, offenbar zu gleicher Verrichtung. Freilich kennen wir noch nicht einmal die Weichteile so weit, um sagen zu können, ob solche Mantelverlängerungen rinnen- oder röhrenförmig sind.

Etwas genauer sind wir über die einheimischen Vertreter unterrichtet, die in Europa weiter nordwärts gehen als sonstwo auf der Erde. Cyclostoma *Lam.*, für das die Nomenklaturwächter leider den viel weniger bezeichnenden Namen Ericia *M.-Td.* ausgegraben haben, reicht in vereinzelten Kolonien bis Nord- und Mitteldeutschland; die größte bewohnt die warmen Muschelkalkabhänge des Saaletales zwischen Naumburg an der Saale und Freyburg an der Unstrut. In Süddeutschland kommt die kleine, schlankere Acme *Hartm.* hinzu, im Mulm der Buchenwälder besonders; und ganz an der Grenze, an der Donau und dem Oberrhein, Pomatias *Stud.* mit turmförmiger Schale. Die Tiere benehmen sich ganz verschieden bei der Fortbewegung. Acme und Pomatias kriechen mit flach aufliegender Sohle. Bei Cyclostoma dagegen ist diese durch eine tiefe mittlere Längsfurche scharf in zwei Hälften zerlegt, die höchste Steigerung jener Teilung, von der vorhin bei den Rhipidoglossen des Meeres bereits die Rede war. Dazu ist die flache, kreisrunde Endscheibe der Schnauze bemerkenswert, die der Schnecke den Namen verschafft hat. Sie ist ein Saugwerkzeug, das bei der Fortbewegung mitwirkt. Hat man die grünlich aussehende Schnecke unter dem toten Laube hervorgesucht, in ein Glas mit feuchtem Moos getan und vielleicht durch Mohrrüben oder Gurkenstückchen hervorgelockt, so sieht man eine höchst eigenartige Marschbewegung. Die eine Sohlenhälfte wird flach ans Glas gelegt und etwas ausgebreitet. Sie bleibt in Ruhe und hält die Schnecke, während die andere Hälfte sich vom Glase löst, ein wenig in die Luft erhebt und nach vorn ausdehnt, nicht durch die regelrechten Querrillen, wie wir sie eingangs von einer Landlungenschnecke schilderten, sondern in unregelmäßigem Wellenspiel, was sich am besten mit einem im Winde wogenden Kornfeld

vergleichen läßt und bei allen Wasserschnecken die Grundlage bildet, nur daß sich hier, bei den erschwerten Verhältnissen in der Luft, die Fläche vom Boden löst, um die Reibung zu verringern. Nach einiger Zeit wird die vorgestreckte Hälfte auf das Glas aufgesetzt, sie schwillt ab, indem das Blut von der anderen Hälfte herübergetrieben wird; nunmehr beginnt die andere Hälfte dasselbe Spiel. Es werden also richtige Schritte gemacht. Und wenn es trotzdem nicht gelingen will, den Körper am Glas vorwärts zu bringen, so wird die Schnauze vorgestreckt, mit ihrer Haftscheibe befestigt und dann verkürzt. So helfen die verschiedenen Teile, wenn auch nicht immer in strenger Regelmäßigkeit. Es ist erstaunlich, welcher Apparat hier für die Bewegung aufgeboten ist, zumal wenn man bedenkt, daß in die Rinne zahlreiche Schmierdrüsen münden, um die Reibung der Sohlenhälften aneinander herabzusetzen, und daß am Vorderende eine komplizierte Fußdrüse hinzukommt. Bei der Begattung wird der Bewegungsapparat in keiner Weise in Anspruch genommen, vielmehr legen Männchen und Weibchen ihre Schalen in entgegengesetzter Richtung aneinander, so daß die Mündungen genau aufeinander passen und die Gehäusespitzen die äußersten Pole bilden und die beiden Spindeln eine gerade Linie. Dann werden die Deckel zurückgeschlagen, die Vereinigung geschieht durch die Rute des Männchens, ohne daß irgend etwas von den Weichteilen zu sehen und der Luft ausgesetzt wäre.



Cyclostoma (Ericia) elegans *Müll.*, kriechend. Aus Bronn, „Klassen und Ordnungen des Tierreichs", 3. Bd., 2. Abt., Leipzig 1896.

3. Unterordnung: Bandzüngler (Taenioglossa).

Mit dem Wegfall der zahlreichen Randzähne und der Verringerung auf sieben in einer Querreihe scheint ein besonders handliches Werkzeug geschaffen, bei dem die messerklingenartigen Seitenzähne ein bequemes Zufassen ermöglichen. Wenigstens umfassen die Tänioglossen eine ungemein große und vielseitig entwickelte Reihe, die sich den allerverschiedensten Lebenslagen und Ansprüchen gewachsen zeigt.

Von den Tänioglossen mit Kiemen führen die Uferschnecken oder Litoriniden ein amphibiotisches Leben am Meeresstrande. Cremnoconchus *Blanf.* ist sogar eine Binnenlandform, die auf den indischen Ghats sich an Felsen hält, die von Süßwasser befeuchtet werden.

Doch, wie gesagt, halten sich die Litorinen wenig unterhalb, oft sogar oberhalb der Flutmarke auf, wo sie bei längerem Ausbleiben des Wassers in mehr oder minder große Untätigkeit und Schlafsucht verfallen. Es scheint sogar, als ob einzelne Arten sich oberhalb der Wasserhöhe in einen Trockenschlaf begeben könnten. Wenigstens erzählt Gray, daß viele Individuen der Litorina petraea *Mtg.* und einige einer anderen Art an der englischen Küste in diesem Zustande verbleiben. Er fand sie einige Fuß über dem Bereich der höchsten Herbstgezeiten an den Felsen befestigt. Der Fuß war gänzlich zurückgezogen; ein häutiger Rand füllte den Zwischenraum zwischen dem Fels und der äußeren Lippe der Schale aus, die Kiemen waren bloß feucht und die Kiemenhöhle von jener ansehnlichen Menge Wassers entleert, welche bei denjenigen Tieren dieser Art darin vorhanden ist, die mit ausgebreitetem Fuße

am Felsen hängen. Gray beobachtete die Tiere in diesem Erstarrungszustande über eine Woche. In Seewasser gelegt, gewannen sie in einigen Minuten ihre volle Tätigkeit wieder.

Eine der gemeinsten und am weitesten verbreiteten Strandschnecken ist Litorina littorea *L.* „Sie lebt im flachen Wasser an Blasentang, Steinen und Pfahlwerk. Sie sitzt oft über dem Wasser an Steinen und Pfählen längere Zeit auf einem Flecke. Wenn sie wieder ins Wasser hinunterkriecht, so nimmt sie Luft mit. Wird sie bald nach dem Untertauchen gestört, so kommen Luftblasen aus dem Wasser heraus. Ihre Bewegungen sind langsam. Wenn sie kriecht, so arbeiten die beiden Hälften ihrer Fußsohle abwechselnd. Während sich die rechte Hälfte nach vorn und hinten ausdehnt, verkürzt sich die linke durch gegenseitige Annäherung der beiden Enden. Dabei bildet sich hinten eine Falte, vorn tritt die Sohle mit wechselnden Wölbungen vor. Ein mittelgroßes Stück hatte, während es an der Glaswand eines Aquariums bald auf-, bald abwärts kroch, eine mittlere Geschwindigkeit von 0,5 mm in der Sekunde. Es würde demnach in der Stunde einen Weg von 1,8 m zurücklegen, also ungefähr eine Menschenlänge weit fortkriechen. Die Nahrung der gemeinen Strandschnecke besteht aus Pflanzen- und Tierstoffen. Wir sahen sie in Aquarien Blasentang fressen. Hier weidet sie aber auch die Überzüge von mikroskopischen Pflanzen und Tieren ab, die Spuren ihrer Radula- (Zungen-) Arbeit als Zeichnungen an der Glaswand zurücklassend. In England werden diese Schnecken in Austernbetten geworfen, damit sie den Grund von Seepflanzen reinigen. Hier werden Pflanzen dadurch schädlich, daß sie die Ablagerung von Schlamm veranlassen. In unseren Aquarien sahen wir gemeine Strandschnecken auch rohes Fleisch von Säugetieren fressen." (Meyer und Möbius.)

Aus den angeführten Bemerkungen ergibt sich, daß die Kieme auch in feuchter Luft zu atmen vermag. Wie sorgsam die Tiere gerade dieses Medium aufsuchen, zeigte sich an den Azoren, wo die Schnecken immer haufenweise, alt und jung nebeneinander, die Blasenräume der schlackigen Laven oberhalb der Flutmarke ausfüllten, mithin die schattigsten Punkte aufsuchten.

Welche überwiegende Bedeutung hier der Schatten hat, geht aus den Versuchen hervor, welche G. Bohn mit Litorinen angestellt hat und von denen er berichtet: „Diese können eine selbst länger andauernde Austrocknung vertragen, sowie sie aber benetzt werden, begeben sie sich auf die Wanderung, wobei sie stets im Schatten marschieren; ein schwarzer Schatten übt auf sie die gleiche Anziehungskraft wie ein Magnet auf ein Stück Eisen. Sind mehrere dunkle Stellen vorhanden, so kann man den Weg der Tiere nach den mechanischen Regeln des Parallelogramms der Kräfte berechnen. Nichts bleibt dem Zufall, dem Willen oder der Laune des Tieres überlassen. Ich habe in einem Glasrohr dunkle Schatten in bestimmter Weise verteilt, um die Schnecke zu zwingen, einen Weg von der Form einer 8 zurückzulegen, und siehe da, die Schnecke geht ihren Weg und vermag Stunden hindurch sich nicht von der vorgezeichneten Bahn freizumachen In einem Glasbecken zeichnete ich ferner mittels Kieselsteinen der Schnecke einen vielfach gewundenen Weg vor. An einer Stelle führte dieser Weg kaum einen Millimeter entfernt an einem mit Algen bedeckten Kieselsteine vorbei, an dem das Tier Obdach, Kühlung und Nahrung gefunden hätte, aber die Schnecke verfolgte den vorgeschriebenen Pfad, als würde sie von einer verhängnisvollen Macht angezogen, und sähe und fühlte nichts. Unter den angegebenen Bedingungen erscheint uns die Litorina als ein Spielball unveränderlicher Kräfte, willenlos, ohne Zweck; sie verfolgt unvermeidlich einen Weg, den man schon im voraus bestimmen kann, und hat nicht die Möglichkeit, zwischen mehreren Handlungen zu wählen."

In der Fortbewegung kommen Abweichungen vor, wie Simroth in Neapel beobachten konnte. Die kleine Litorina coerulescens *Lam.* bringt nämlich den Unterschied zwischen Vorder- und Hinterhälfte zu schärferem Ausdruck. Die kürzere vordere sieht undurchsichtig weiß, derb und muskulös aus, die hintere schwärzlich und durchscheinend, muskelarm. Der weiße Teil allein scheint die Bewegung auszuführen; er bildet einen schwachen, nach vorn konvexen Bogen mit seitlichen Ausladungen. Dabei zeigt sich, ohne angedeutete Kennzeichnung der Medianlinie, doch ein abwechselnder Gebrauch der beiden Hälften, indem sich der vorderste Punkt des Bogens verschiebt, er liegt erst links, dann rechts, dann wieder links usw. Der Bogen ist also unsymmetrisch in ständigem Wechsel. Die Hinterhälfte wird anscheinend passiv nachgezogen, immer am Glas haftend.



Laich der Uferschnecke, Litorina obtusata *L.*

Die Gemeine Uferschnecke, Litorina littorea, ist eins der am weitesten verbreiteten Weichtiere der nördlichen Halbkugel. In der Ostsee geht sie, nach den Angaben von Meyer und Möbius, bis an die Ostküsten von Bornholm und Rügen. Weiter östlich wird auch ihr der Salzgehalt des Wassers zu gering. An den Küsten von Schleswig-Holstein und Dänemark ist sie gemein. Sie lebt im Weißen Meere, und im Atlantischen Ozean kommt sie von Grönland und Nordostamerika bis nach Portugal vor. Auch aus dem Adriatischen Meere kennt man sie. In der Ostsee war sie noch während eines jüngeren Zeitraumes, den man danach als Litorinazeit benennt, allgemein verbreitet.

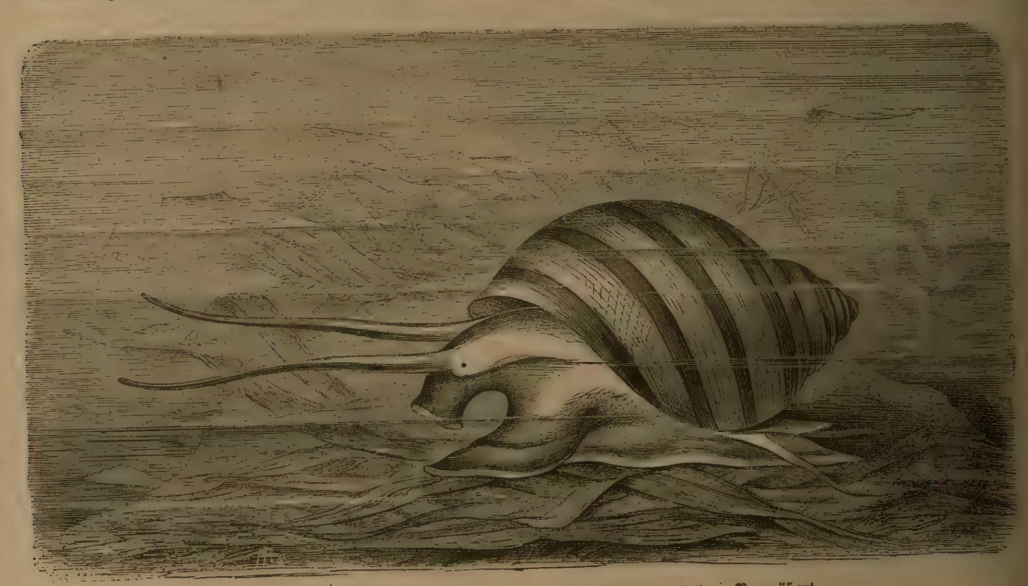


Gerippte Rissoe, Rissoa costata *Ad.* Links natürliche Größe, rechts vergrößert.

Über die Fortpflanzung verdanken wir Pelseneer interessante Mitteilungen. Im Kanal sind an der französischen Küste, wo er arbeitete, drei Arten gemein: Litorina obtusata *L.* lebt am liebsten in der Fucuszone, L. littorea etwas höher, in der Ulvenregion, die oft trocken liegt, L. rudis *Donov.* oberhalb der Flutmarke. Die Arten kommen jedoch oft durcheinander, selbst L. obtusata und L. rudis. Männchen und Weibchen lassen sich namentlich bei L. rudis leicht unterscheiden, die Schale des Weibchens ist größer und hat runde Mündung, während diese beim Männchen mehr eckig ist. Die Begattung läßt sich während der Ebbe leicht beobachten, sie dauert bei L. rudis reichlich 5, bei L. obtusata reichlich 20 Minuten. Sie kommt mindestens bei L. rudis zu allen Zeiten des Jahres vor, und oft sieht man Männchen sich mit Männchen paaren, dank einem Überschuß dieses Geschlechtes. Auch kommen normale Kreuzungen zwischen allen Arten vor, allerdings ohne daß die Bastardprodukte bekannt wären. Der Laich von L. obtusata (s. Abb.) wurde bisher immer für den von L. littorea gehalten. Er wird an der Unterlage befestigt. Das Segel ist bei den Embryonen schwach entwickelt. Die Jungen verlassen das Ei in völlig entwickeltem Zustande, den Alten gleichend. L. rudis ist lebendiggebärend; auch hier sind die neugeborenen Jungen voll ausgebildet. L. littorea dagegen erzeugt, bei Hochwasserstand, einen schwimmenden Laich, der sich in der Nähe der Küste, wie man sagt, „neritisch“ hält; eine große Ausnahme schlechthin. Je zwei oder drei Eier, die nur den zwanzigsten Teil so groß sind als die der viviparen L. rudis, sind in eine helle plankonvexe Kapsel eingeschlossen, die rings einen etwas aufgebogenen Rand erhält, wie die breite Krempe eines Strohhutes. Hier sind die Jungen mit gutem Velum

ausgestattet, echte Schwimmlarven, Trochophora oder Veliger. Fischt man sie auf und setzt sie in ein Aquarium, so gehen sie nach etwa 6—11 Tagen auf den Grund und beginnen zu kriechen. Hier finden wir also ganz verschiedene Larvenanpassungen je nach der Zone, in der sich die erwachsene Schnecke aufhält. Ähnliche Beobachtungen liegen von der englischen Küste vor.

Ein ähnliches Leben wie die Uferschnecken führen die kleinen Rissoiden mit längerer, gegitterter Schale (Abb., S. 435). Sie leben mehr untergetaucht, bis 200 m. Die in der Uferzone wohnenden Arten haben auch die Fähigkeit, Luft in die Atemhöhle zu nehmen, die sie gelegentlich, in Schleim gehüllt, ausstoßen, so daß eine Blase durch einen Schleimfaden mit dem Tier in Zusammenhang bleibt. Von der hierhergehörigen Litiopa *Rang*, die an Tangen in



Gebänderte Häubchenschnecke, Lacuna divaricata *Fabr.* Vergrößert.

der Sargassosee lebt, wird erzählt, daß sie diesen Schleimfaden wie eine Spinne benutzt, um wieder an einen der schwimmenden Tange zu kommen, wenn sie zufällig losgerissen war. Ein anderer Gebrauch, Luft mitzunehmen, wird von Meyer und Möbius von der verwandten Lacuna divaricata *Fabr.* von unseren europäischen und nordamerikanischen Küsten berichtet, die, wie man in der Abbildung sieht, noch Reste von der Epipodialfalte auf dem Fußrücken trägt, wie viele Bandzüngler. „Sie ist eine sehr lebhafte Schnecke. Wirft man sie auf den Rücken, so kommt sie schnell wieder aus ihrer Schale hervor, dehnt sich aus, so weit sie kann, hängt den Vorderkörper nach der Seite und arbeitet mit den ausgestreckten Fühlern, um das Übergewicht auf eine Seite zu bringen. Die Fühler legen sich oft auf dem Boden an, um mit vorwärts zu helfen. Sie schwimmt auch gern hängend an der Oberfläche. Schnell untergetaucht, nimmt sie in dem hohl gekrümmten Fuße eine Blase Luft mit, die von Schleim umflossen ist. Da sich beim Kriechen die Seitenhälften des Fußes abwechselnd vorwärts schieben, so gleitet die Schnecke schwankend fort. Hierbei arbeiten immer auch die Fühler lebhaft, indem sie sich bald bis an die Schale zurückbiegen, bald wieder wie eine Peitsche vorwärts schlagen." Das Tier lebt in den Regionen des Seegrases und nimmt, nach Lovéns Beobachtung, wenn es braune Tange frißt, eine grüne, wenn rote

Tange, eine rosenrote Färbung an. Übrigens ist die Larve von Rissoa *Frém.* in unseren nordischen Meeren mit einem zu zwei ovalen Flügeln verbreiterten Segel ausgestattet, wie es sonst nur in wärmeren Meeren vorkommt. Höchstens kommen ihr hierin die Hydrobien nahe, Schnecken mit ähnlicher, aber glatter Schale von unseren Küsten. Eine von diesen Hydrobien lebte früher in den Mansfelder Seen, als ihr Salzgehalt noch höher war, und man findet ihre Schalen in dem Ackerboden des jetzt abgelassenen sogenannten Salzigen Sees. Es ist wohl kaum anzunehmen, daß diese Form auch eine Schwimmlarve hatte, denn eine solche ist von keiner Schnecke aus Binnengewässern bekannt. So haben wir sie



Lebendiggebärende Sumpfschnecke, Paludina vivipara *Drap.*, links Männchen, rechts Weibchen, in der Mitte ein Tier mit embryonalem Stachelbesatz. Natürliche Größe.

auch nicht zu erwarten bei den anderen kleinen und kleinsten Vertretern dieser Familie, Paludestrina *Orb.*, jetzt in England viel genannt als eine Form, die immer weiter ins Innere vorzudringen scheint, Bythinella *M.-Td.* in den Quellen West- und Süddeutschlands, namentlich aber Vitrella *Cless.* oder Lartetia *Bgt.* in den Höhlen des südwestdeutschen Jura und Muschelkalks und in den Quellen, die daraus hervorbrechen. Geyer hat ihnen viele Aufmerksamkeit geschenkt und eine große Reihe von Lokalformen nachgewiesen, die der Isolierung in den unterirdischen Gewässern, wohin sie sich wahrscheinlich während der Glazialzeit geflüchtet hatten, ihren Ursprung verdanken. Beträchtlich größer ist schon Bythinia *Leach*, die namentlich mit der häufigen Art B. tentaculata *L.* zu den gemeinsten Vertretern der Vorderkiemer in unseren Binnengewässern zählt und auf Pflanzen- und Schlammgrund lebt.

Wesentlich abweichend sind die beiden extremsten Gattungen von Tänioglossen in unseren Flüssen und Teichen, die große Sumpfschnecke und die sehr kleine Federbuschschnecke. Die Sumpfschnecke oder Sumpfdeckelschnecke, Paludina *Lam.* oder, wie sie die Prioritätshüter jetzt nennen, Vivipara *Gray*, ist bei uns mit zwei Arten vertreten, V. fasciata *Müll.* (die

man auch P. achatina *Drap.*, die Achatschnecke, nannte) und V. vera *Frfld.*; die erstere liebt mehr das fließende Wasser und kommt in der Elbe, Spree, dem Rhein und der Donau vor. Die Schale der Sumpfschnecken erreicht 4 cm Höhe. Der Deckel ist hornig. Die Seitenlinie bildet, wie man an dem linken Stück unserer Figur (S. 437) sieht, am Nacken rechts und links eine Falte. Durch die rechte Falte wird der Schleim aus der Kiemenhöhle entleert. Das Auffallende ist die Fortpflanzung, wofür beide Geschlechter besonders eingerichtet sind.

Beim Männchen ist der rechte Fühler zum Penis geworden; er ist durchbohrt, kurz und plump, die Endgeißel über dem Auge ist nicht zu gleicher Entfaltung gekommen wie beim Weibchen. Dieses hat während des Frühjahrs und Sommers den Eileiter voll Embryonen, die alle Entwickelungsstufen der Reihe nach zur Anschauung bringen und daher ein bequemes und beliebtes Objekt der Embryologen geworden sind. Die Eischalen sind ganz weich und biegsam. In der untersten, vordersten, sitzt gewöhnlich ein Embryo, der herausgenommen, einfach im Wasser weiterkriecht, vielleicht auch noch der folgende, dann werden sie immer kleiner und blasser, bis zum einfachen Dotter. Die Jungen sind nicht selten mit Kränzen von weichen, hornigen Stacheln bekleidet, wie auf unserer Abbildung. Kobe[lt] hat das Vorkommen geographisch untersucht und die Tiere zu Schlüssen über frühere Flußverbindungen benutzt. D[ie] Konchinstacheln sind vermutlich Reste früherer Kalkstacheln und Knoten, wie wir sie fossil aus den Südostalpen un[d] von den Inseln an der kleinasiatischen Küste kennen, un[d] wie sie in ihren schichtweise geordneten Übergängen zw[i]schen den verschiedenen Formen ein beliebtes Beweisst[ück] des Darwinismus geworden sind. Solche Formen hab[en] sich inzwischen nach West und Ost, Nordamerika und O[st]asien, zurückgezogen. Die Philippinen haben den Amerikanern bereits eine ganze Rei[he] geliefert. — Nun wollen wir noch einer Färbungsanomalie gedenken, da sie gleichfalls ge[o]graphischen Wert zu haben scheint. Während die Weichteile auf der Oberseite schwarz si[nd] mit ausgesparten orangeroten Punkten, kommen in Norddeutschland an der Wasserkante ni[cht] selten rein rote Bestände vor ohne Spur von Schwarz, als ein gesetzmäßiger Fall von F[la]vismus oder Erythrismus, der im Grunde genommen wohl mit Albinismus zusammenfä[llt]. Auffällig ist endlich die Abhärtung der Kälte gegenüber, Paludinen können ohne Schad[en] im Eis einfrieren und in Eisschollen verschleppt werden.



Valvata cristata *Müll.* Stark vergr. Über der Schnauze die beiden Tentakel, rechts von ihr der Penis. Aus der Schale tritt die erhaltene Kieme heraus und der Rest der rechten Kieme. Aus P. Fischer, Manuel de Conchyliologie, Paris 1887.

Nicht weniger interessant sind die winzigen Valvaten vom Bodenschlamm unse[rer] Gewässer. Sie tragen zwar den freien Nackenpenis der meisten Vorderkiemer, sind a[ber] typische Zwitter. Die Mantelhöhle enthält nicht an der Decke eine Kammkieme, s[on]dern am Rande zwei vorstreckbare, tentakelartige Fortsätze, von denen der linke beiders[eits] mit Kiemenblättchen besetzt ist. Offenbar ist der rechte ebenfalls der Rest einer Kie[me]. Hier liegt eine scharfe Reminiszenz an die alten Fächerzüngler vor, vielleicht das urält[este] Verhalten, so gut wie im Hermaphroditismus. In diesen Merkmalen sind die klei[nen] Schnecken auf altertümlichster Stufe stehengeblieben, trotzdem sie in anderer Hinsicht f[ort]geschritten sind und namentlich im Schlundring starke Konzentration zeigen. Geograph[isch] haben sie mancherlei besonderen Wert. Der Baikalsee ist reich an Sonderarten. Bei uns [lebt] Valvata antiqua *Morr.* als Glazialrelikt im hohen Norden und an der Nordseite der Al[pen].

Von typischen Süßwasserschnecken sind hauptsächlich noch einige Vertreter aus den wärmeren Ländern zu nennen, einmal die weithin verbreiteten Melaniden oder Kronenschnecken mit langen, vielfach mit durch Knoten und Schwielen verzierten Schalen, meist lebendiggebärend. Melania *Fér.* und Melanopsis *Lam.* erreichen in den Südostalpen ihren Nordpunkt.

Den größten Leibesumfang erreichen die rings in der Tropenzone verbreiteten Ampullarien oder Kugelschnecken. Mit dem derben Gehäuse hat es eine eigene Bewandtnis. Es wird bei manchen abgeflacht wie bei einer Tellerschnecke, bei anderen sogar durch die Ebene durchgedrückt, so daß man glaubt, eine linksgewundene Schnecke vor sich zu haben, bis man sich überzeugt, daß After und Geschlechtsöffnung rechts liegen, daß man's, wie der Kunstausdruck lautet, nicht mit einer läotropen, sondern mit einer ultradexiotropen Schale zu tun hat. Viel auffälliger aber ist die Organisation, deren Anpassung an amphibiotische Lebensweise unter den Vorderkiemern einzig dasteht. In der Mantelhöhle findet sich eine Kieme für die Wasseratmung; durch ein Loch in der Decke geht es aber in eine darüber liegende Lungenhöhle, die mit Luft gefüllt ist. Letztere wird zugeleitet durch eine rinnenförmige Verlängerung des Mantelrandes, dessen freie Ränder sich aneinanderlegen können, so daß ein Rohr entsteht. Dieses wird bis zum Wasserspiegel emporgestreckt, fast auf Körperlänge. Wenn die Schnecke somit ihren wachen Zustand im Wasser hat, so gehört sie doch schlechthin zu den Gastropoden, die des längsten, durch Jahre hindurch andauernden Trockenschlafes fähig sind, unter dem Schutz des Operkulums. Die Eier werden entweder unter Wasser an Wasserpflanzen befestigt, wo ihre Hülle ähnlich aufquillt wie Froschlaich, oder über Wasser abgelegt. Wir sehen bei dem linken Stück unserer Figur, wie die Eier aus der am Mantel gelegenen Geschlechtsöffnung auf der sogenannten Genitalfurche, die zur vorderen rechten Fußecke zieht und vielen Gastropoden zukommt, aufwärts gleiten und dann, rechts, zum Laich vereinigt werden.





Ampullaria gigas *Orb.*, eierlegend. Aus Bronn, „Klassen und Ordnungen des Tierreichs", 3. Band, 2. Abt., Leipzig 1896.

Mit den Kugelschnecken haben wir die Grenze von Süßwasser und Land erreicht und müssen nur noch der eigenartigen Tiefenfauna der großen ostafrikanischen Seen gedenken. Namentlich vom Tanganjika waren schon länger leere Schalen bekannt, zum Teil von eigenartigem Aussehen, in erster Linie die große Tiphobia *E. A. Sm.* mit ihren Stachelschwielen.

Moore fand auf einer besonders ausgerüsteten Expedition in der Tat in dem See eine große Reihe verschiedenartiger Gattungen, die mit den gewöhnlichen, wie sie in der Uferzone hausen, nicht oder wenig verwandt erschienen. Da sich zugleich das Wasser in der dunklen Tiefe als salzhaltig erwies, so bezeichnete er die Fauna als halolimnische und kam zu dem Schluß, daß das große Binnengewässer einst, vermutlich zur Jurazeit, mit dem Indischen Ozean in offener Verbindung gestanden und von ihm eine Gastropodeneinwanderung erhalten habe, deren Nachkommen jetzt noch in der Tiefe weiter lebten. Spätere Untersuchungen haben seine Annahmen nicht ganz bestätigt; die Fauna ist nicht völlig auf den Tanganjika beschränkt geblieben, es haben sich vielmehr manche Beziehungen zu anderen Süßwasserformen gezeigt. Restlos aufgeklärt ist die Sache indes keineswegs, und die Gesellschaft stellt noch immer ein höchst eigenartiges Element innerhalb der Süßwasserfauna dar.

Kehren wir nach der kursorischen Erledigung der Süßwasserschnecken wieder an den Meeresstrand zurück. Da hat zunächst am Felsenstrande die Brandungswoge eine Anzahl von Arten zu festsitzender Lebensweise veranlaßt, unter den Bandzünglern namentlich zwei Formen, die Wurmschnecken und die Kapuliden oder Mützenschnecken im weiteren Sinne. Wenden wir uns zunächst den letzteren zu.

Bei den Mützenschnecken oder Kapuliden nimmt die Schale bald die Form einer Jakobinermütze an, so bei der Kappenschnecke (Capulus *Montf.*), der Sandalen- oder Pantoffelschnecke (Crepidula *Lam.*), oder sie wird flach-kegelförmig und mehr napfschneckenartig, so bei Calyptraea *Lam.*, Hipponyx *Defr.* und Crucibulum *Schum.* Vielfach kommen unregelmäßige Ränder vor, wenn die Tiere auf rauhem Gestein, auf der Außen- oder Innenseite von Muschelschalen, haften. Am regelmäßigsten pflegt Capulus zu sein. Die Kegelgehäuse sind eigentlich Kreisel, denn man sieht an der Kegelfläche noch spiralig die Naht des Gewindes herablaufen. Im Innern aber fehlt die regelmäßige Spira, denn es tritt vielfach Resorption der inneren Schalenteile ein, in wechselnder Ausdehnung, so daß bei Crucibulum gar ein innerer, dünnwandiger Kegel frei hervorragt, ähnlich dem äußeren, doch mit kleinerer Grundfläche, beide an der Spitze verbunden. Bei Crepidula, deren Lebensweise Conklin genau studiert hat, setzen sich bisweilen eine Anzahl Stücke kettenartig aneinander, immer das eine exzentrisch auf das andere. Die kleineren sind Männchen, die nachher zu Weibchen auswachsen, also ein Fall typischer Proterandrie, die neuerdings auch für die übrigen Gattungen erwiesen wurde. Die Befestigung geschieht bei vielen durch eine Kalkplatte, die vom Fuß abgesondert wird, vermutlich das Operkulum. Es ist neuerdings durch vergleichende Untersuchungen über die Umbildung der Schale, des Schalenmuskels und anderer Organe gelungen, die Systematik dieser ganz- oder halbsessilen Formen, von denen Crepidula zum Festsetzen Molluskenschalen bevorzugt, einigermaßen aufzuklären und die Kapuliden von einer Reihe zu trennen, die an die Naticiden anknüpft, auf die wir gleich zurückkommen. Die genauere Erörterung würde hier zu weit führen. Entgegen den meisten Weichtieren, die sich um die gelegten Eier nicht mehr kümmern, finden wir bei Calyptraea eine Brutpflege, die an die Sorgfalt erinnert, mit der die Rüsselegel sich ihrer Jungen annehmen. Calyptraea scheint buchstäblich auf ihren Eiern zu sitzen und zu brüten, wie vor langen Jahren schon Milne-Edwards an mittelmeerischen Arten beobachtete. Die Mutter ordnet die Eier unter ihrem Bauche und bewahrt sie zwischen dem Fuße und dem fremden Körper, auf dem sie ruht, so daß ihre Schale nicht allein sie selbst, sondern auch ihre Nachkömmlinge bedeckt und beschützt. Die jungen Kalypträen entwickeln sich unter diesem mütterlichen

Dache, das sie nicht verlassen, bis sie Stärke genug haben, um sich selbst an dem Stein zu befestigen, und bis ihre eigene Schale hart genug ist, um ihnen Schutz zu gewähren. Die Eier sind zu 6—12 in häutige, elliptische und abgeplattete Kapseln eingeschlossen. Sechs bis zehn Kapseln machen einen Satz aus und sind durch einen Stiel so miteinander verbunden, daß sie einer Art Federbusch gleichen.

Die Wurmschnecken oder Vermetiden haben anfangs ein regelrecht gewundenes, schlank kegelförmiges Gehäuse. Nach dem Festsetzen wächst es aber in beliebiger Windung und Richtung röhrenförmig weiter, ähnlich der Kalkröhre einer Serpula. Das Ende biegt sich frei nach oben, was in der Figur an dem unteren Stück weniger zum Ausdruck kommt. Bei der Wurmschnecke, Vermetus *Ad.*, ist das Rohr rings geschlossen, bei der Schlangenschnecke, Siliquaria *Brug.*, hat es einen Längsschlitz von der Befestigungsstelle an. Wir sehen hier dasselbe Prinzip der Schlitzbildung mit einem Umschlag in der Lebensweise, wie wir's oben bei Pleurotomaria fanden, nur daß der Wechsel andere Phasen voneinander scheidet. Die Wurmschnecke kann sich tief in ihr Rohr zurückziehen. Ehe der Kopf mit zwei kurzen, plumpen Fühlern oben wieder sichtbar wird, kommt der Fuß wie ein Stöpsel heraus, mit hornigem Deckel. Dieser Teil von ihm ist erhalten, außerdem aber die Fußdrüse, und zwar in besonders starker Entfaltung.


Gewöhnliche Wurmschnecke, Vermetus lumbricalis *L.* Etwas vergrößert.

Sie hat ihre Funktion gewechselt. Man hat beobachtet, daß aus der Röhre Schleim hervorquillt, der sich wie ein Schleier über der Mündung ausbreitet. Er kann nur aus der Fußdrüse stammen. Nach einer gewissen Zeit wird er von der Schnecke hineingezogen und verzehrt. Eine merkwürdige Art der Ernährung, bei der es natürlich auf die kleinen Wesen, die inzwischen am Schleim haftengeblieben sind, abgesehen ist. Das scheint indes nicht die Regel zu sein, vielleicht nur ein Aushilfsmittel bei Hungerperioden. Läßt man Nahrungsteile, etwa zerriebenes Fleisch, auf das Rohr hinabsinken, dann werden an dem Tier, das bei Vermetus gigas *Blv.* dunkel purpurrot und gelb gezeichnet ist, gierige Freß- und Schluckbewegungen ausgelöst. Die Eier werden in bikonvexen Kapseln der Reihe nach im Endteil der Röhre in einer Reihe befestigt; jede Kapsel enthält eine Anzahl von Eiern. Eine Veligerlarve schlüpft aus.

Von Freilebenden schließt man hier gewöhnlich die Familie der Turritelliden oder Turmschnecken an, mit langen, spitzen Gehäusen. In gewisser Hinsicht könnte man auch an ein ganz kleines Schneckchen denken, das wenige Millimeter messende Caecum *Flem.* Freilich besteht die Ähnlichkeit fast nur darin, daß die Schale sich nach kurzem Anfangsgewinde bald ablöst und zu einem bogenförmigen Rohr auswächst. Das veranlaßt Unbequemlichkeiten beim Kriechen; der Eingeweidesack zieht sich aus dem Gewinde heraus, er wird durch eine Querscheidewand abgeschlossen und endlich abgeworfen. So gleicht das Schälchen

schließlich einer Miniaturausgabe von Dentalium, nur daß die Röhre am Ende geschlossen ist. Das Hindernis beim Kriechen erklärt sich um so eher, als das Tier beim Kriechen auf dem Sandboden nicht die Fußmuskulatur gebraucht, sondern sich hierbei der Wimperbedeckung der Haut bedient.

Wahrscheinlich geht man nicht fehl, wenn man den festsitzenden flachen Formen eng eine frei bewegliche Gruppe anreiht, die gleichwohl dasselbe Vermögen besitzt, ihre Schale an Fremdkörper anzuheften, nur unter anderen Bedingungen und daher mit völlig anderem Ergebnis. Die Gattung heißt Phorus *Mont.*, Xenophorus, Onustus, zu deutsch Träger, Fremd-, Lastträger. Sie gleicht etwa einer flach-kegelförmigen Calyptraea, ist nur viel größer und ringsum breiter ausgeladen. Auf der Außenfläche sitzen allerlei Fremdkörper, gewöhnlich von derselben Sorte bei jedem Individuum, bei einem sind es Muschelschalen, bei einem anderen Seeigelstacheln, die regelmäßig über den Schalenrand hinausstrahlen, und zwar bringt meist jede Expedition von einem bestimmten Grund lauter gleichartige Stücke mit, wenigstens war's so bei der Valdivia. Die Schnecken leben auf Schlickboden in tieferem Wasser, und da befestigen sie ihre Schale wohl an einem der herumliegenden festen Gegenstände. Aber der Erfolg ist nicht der, daß sie festsitzen wie am Strande, sondern der Fremdkörper gibt nach und läßt sich mit herumtragen. So wird ein neuer und immer neuer Versuch gemacht. Schließlich kommt doch eine gute Wirkung heraus, ohne die das Verfahren nicht erhaltungsfähig hätte sein können, sondern zum Untergang hätte führen müssen; die Verbreiterung der Schale verhindert das Einsinken in den Schlick.



Atlanta peronii *Les.* Vergrößerung 7:1.

Das Gegenstück zu den festgewachsenen Bodenformen bilden die pelagischen Kielfüßer (Heteropoda). In der letzten Auflage dieses Werkes wurden sie noch nach früherer Weise als besondere Ordnung behandelt. Auch jetzt noch umfassen sie drei oder vier Familien. Wir können sie nicht in eine Reihe bringen. Den Ausgangspunkt bildet Atlanta *Les.*, die sich noch ganz in die etwa 1 cm große Schale zurückziehen kann. Diese Schale ist flach in einer Ebene aufgewunden, nur der Anfangsteil des Gewindes zeigt noch einen Rest von Asymmetrie. Es kommt alles für das Schwimmen auf eine möglichst gleichmäßige Lastverteilung an. Da das Tier in umgekehrter Lage schwimmt, leistet eine kammartige Erweiterung, die dem letzten Umgange aufgesetzt ist, als Kiel die besten Dienste. Die stärkste Umwandlung betrifft den Fuß. Sein vorderer Teil ist seitlich zusammengedrückt und als senkrechte Platte nach unten ausgezogen. An dieser Flosse, durch deren Hin- und

herschlagen die Schwimmbewegungen zustande kommen, sitzt am Hinterrande ein Saugnapf, der Rest der ursprünglichen Kriechsohle. Sie ist noch von einem derben Muskelfilze durchzogen, während man an der durchsichtigen Flosse bei näherer Betrachtung sich schräg kreuzende Muskelbündel bemerkt. Der Hinterteil des Fußes trägt als besonders abgesetzten Lappen das Operkulum. Man kann also Flosse, Saugnapf und Deckellappen als Vorder-, Mittel- und Hinterfuß (oder Pro-, Meso- und Metapodium) unterscheiden, eine auch für andere Gastropoden oft beliebte Einteilung. Die Atlanten bewohnen, wie die übrigen Kielfüßer, den freien Ozean, aber sie setzen sich noch oft mit ihrem Saugnapf an anderen schwimmenden Gegenständen fest und ziehen sich auf Reiz in ihr Gehäuse zurück, das sie mit dem Deckel verschließen.

Ganz anders verhalten sich in vieler Hinsicht die Karinarien, die weit größer werden, meist fingerlang. Die deutsche Tiefsee-Expedition holte im Indischen Ozean ein ungefähr 40 cm langes Stück aus größerer Tiefe heraus. Im allgemeinen halten sie sich



Pterotrachea *Forsk.*, schwimmend. Nach K. Kraepelin, „Einführung in die Biologie", Leipzig 1909.

aber wohl an der Oberfläche. Carinaria *Lam.* hat noch eine Schale, die nur wenig größer ist als etwa die von Atlanta. Aber das kurze Gewinde erweitert sich bald, so daß die Form einer Jakobinermütze herauskommt. Das Schälchen dient nur noch als Schutz für die Kiemenfäden, die sich darunter bergen können. Der übrige Körper ist in die Länge gezogen, besonders nach vorn, drehrund und beiderseits spindelförmig zugespitzt. Die Flosse trägt meist nur noch beim Männchen einen Saugnapf als Haftwerkzeug bei der Begattung. Der Körper wird durch derbe, schleimhaltige Bindegewebszellen, die der Haut eingelagert sind, versteift. „Die nach oben gekehrte Flosse", sagt Keferstein, „bewegt durch Hin- und Herschlagen, wobei sie sich windschief biegt, das Tier langsam, aber stetig fort (s. d. Abb.). Der Schwanz schlägt hin und her, der ganze Körper ist, soweit es seine Festigkeit zuläßt, ebenfalls in ähnlicher Tätigkeit, und hierdurch wird das Tier hin und her geworfen, wobei es allerdings fortrückt, aber in seiner Bewegung zugleich alles Zierliche einbüßt. Wie aus dieser Beschreibung schon hervorgeht, ist es dem Tiere fast gleich bequem, sich vorwärts oder rückwärts zu bewegen, und man beobachtet auch wirklich beide Richtungen des Ortswechsels."

Pterosoma *Less.* erhält eine besondere Stabilität durch seine Körperform. Die Seiten sind hinter dem Kopf flügelartig erweitert, so daß die Gestalt etwas an die einer Violine erinnert. Die reinste Spindelform zeigt Pterotrachea *Forsk.*, vollkommen ohne Schale; der

silberglänzende Eingeweidesack mit den Umrissen eines Getreidekorns ist gegen das Hinterende eingeschlossen, so daß nur die Kiemen daraus hervorragen, oben und unten wohl mit einem häutigen Saum versehen, der Schwanz oft in einen langen Faden verlängert, in Abständen zu roten Knoten verdickt. In der Haut sind rings kräftige Längsmuskelbündel eingelagert. So bewegen sich die Tiere nicht nur mit der Flosse, sondern in Schlängelungen des Leibes wie ein Fisch geschwind durchs Wasser. Der Schwanzfaden mag als ein sichtbarer Köder Beutetiere anlocken, doch ist nichts Näheres bekannt, wie er denn ebenso oft fehlt.

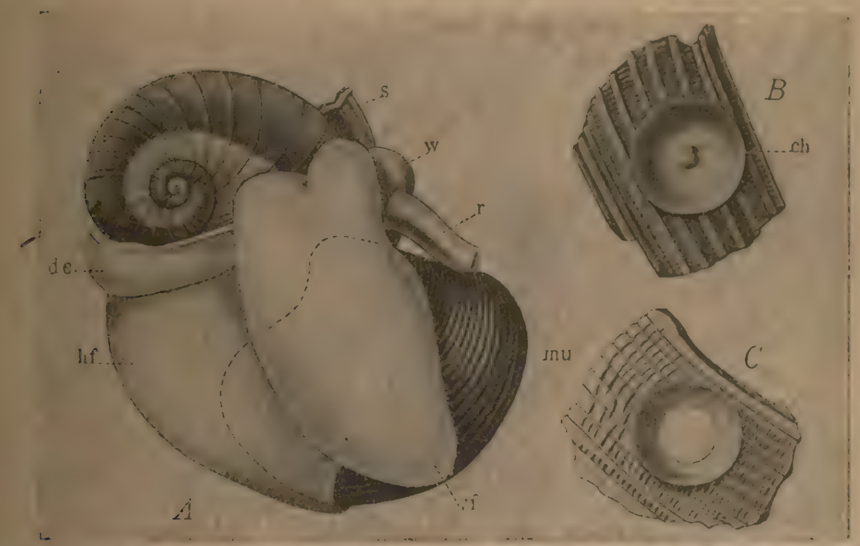
Die Tiere sind äußerst raubgierig. Die rüsselartig verlängerte Schnauze bewegt sich unausgesetzt hin und her, um Beute zu erhaschen. Mit dieser Eigenart hängt wahrscheinlich die hohe Entwickelung des Auges, mit der ständigen Schwimmbewegung die des Ohres als eines Gleichgewichtsorgans zusammen. Beide erreichen hier den höchsten Stand unter den Gastropoden schlechthin. Die kugelige Ohrkapsel enthält einen großen Statolithen, der durch die rings angebrachten Wimperbüschel in Erzitterung gehalten oder auf Reiz gegen eine besondere Leiste von Sinneszellen gedrückt wird. Die Nervenfasern gehen nach den Fußganglien und weiter nach dem Hirn, und zwar ist einseitige und gekreuzte Verbindung nachgewiesen. Das Auge ist sehr groß und zu einem abgestutzten Kegel umgestaltet, an der Basis einseitig erweitert, oben durch die halbkugelige Hornhaut geschlossen, mit kugeliger Linse dahinter. Die Verlängerung bedingt einen großen Abstand zwischen Linse und Netzhaut. Die letztere ist zu einer eigenartigen Spalte auf dem Boden umgestaltet, wahrscheinlich um die Entfernung der äußeren Objekte leichter abzuschätzen. Das Pigment, das die Seitenwände und den Augengrund auskleidet, hat seitlich Unterbrechungen, Fenster, um auch von dieser Seite Licht einzulassen. Ihnen gegenüber liegen „Nebensehzellen".

Die Verbreitung der Kielfüßer beschränkt sich auf die wärmeren Meere, das Mittelmeer ist schon reich an ihnen, wie es ja überhaupt den nördlichsten Vorstoß der Tropensee darstellt. In die Nordsee verirren sich nur selten einzelne Vertreter mit dem Golfstrom. Als pelagische Oberflächenbewohner gehören sie im allgemeinen zu den Glastieren und sind wasserhell, abgesehen von den Augen und dem kleinen Eingeweidesack. Die Atlanten, die ja bei Rückzug ins Gehäuse weiter in die Tiefe sinken, haben entsprechend einen Hauch von Lila und Braun, die erwähnte große Carinaria aus dem Indik hat grobe, derbe, braune Flecke. Nach Art der meisten pelagischen Tiere der Tropen ist das Gebiet der einzelnen Arten sehr ausgedehnt, die Unterscheidung der Arten ist schwer, oft wissen wir nicht, ob eine pazifische Spezies mit einer atlantischen zusammenfällt oder nicht. Dem Gleichmaß der weiten Umwelt entspricht das Gleichmaß der Formen innerhalb der Gattung, deren Ursprung wir meist nicht beurteilen können. Nur das geigenförmige Pterosoma beschränkt sich auf die australischen Meere, den südlichen Stillen und den Indischen Ozean. Das Tier gehört zu den Seltenheiten, von denen immer nur vereinzelte Stücke heimgebracht werden, wie es denn auch lange gedauert hat, bis man seine systematische Stellung erkannte; es galt lange Zeit für einen Wurm.

Die Fortpflanzung enthält interessante Einzelheiten. Die Geschlechter sind getrennt, die Eier werden in einem hellen, zylindrischen Faden entleert, der oft noch mit einem Ende in der weiblichen Öffnung steckt und von der Mutter mit herumgeschleppt wird. Daß die Larve ein Segel hat, ist selbstverständlich. Aber hier sehen wir es zum erstenmal stärker vergrößert und jederseits in zwei oder drei ziemlich lange Lappen oder Zipfel gespalten. Wir werden im warmen Wasser noch öfters auf ähnliche Bildungen stoßen. Die Zugehörigkeit der einzelnen Larvenformen zu bestimmten Arten ist natürlich nicht immer leicht

festzustellen, ja man darf wohl aus der Verschiedenheit der mancherlei flachen, atlanta-ähnlichen Larvenschalen aus den verschiedenen Teilen der Tropen erst auf die Unterschiede der Alten schließen, ein Hilfsmittel für künftige Sonderung der Arten.

Über die Fortpflanzungszeiten und die Wachstumsgeschwindigkeit der Jungen wissen wir noch wenig. Aber wie bei vielen eupelagischen Tieren führen einigermaßen anhaltende günstige Witterungsverhältnisse, in erster Linie wohl schwache Winde oder Windstille, zu einer überaus reichen Vermehrung und ins Riesenhafte gehenden Schwarmbildung. Solche Schwärme sind oft beobachtet worden; sie halten an, so lange die Gunst des Wetters und der Strömungen dauert, bis ein Sturm die ganze Menge ans Gestade wirft, das dann wohl meilenweit mit einem dicken Wall einer einzigen Art bedeckt ist. Das Leben im Schwarm muß



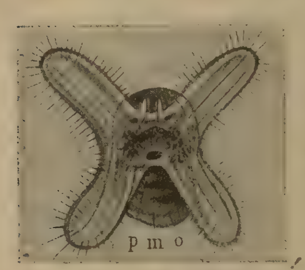
A) Natica josephina *Risso*, eine Muschel anbohrend. dc Deckellappen, hf Hinterfuß, mu Muschel, s Sipho, r Rüssel, welcher zwischen den Wülsten w des Vorderfußes vf hervortritt. B) Ein Bohrloch in der Entstehung. ch Zentralbügel, der noch stehenbleibt, während sich ringsherum die saure Wirkung der Bohrdrüse bereits geltend macht. C) Fertiges Bohrloch. Nach Schiemenz. Aus Bronn, „Klassen und Ordnungen des Tierreichs", 3. Band, 2. Abt., Leipzig 1896.

sich wohl sehr gleichmäßig abspielen, in unausgesetzter Bewegung Tag und Nacht, und das hat, wie es scheint, eine auffällige Folge gehabt, ungewöhnliche Lebenszähigkeit und Unempfindlichkeit gegen Verwundungen. Meist werden von Verfolgern der Eingeweidesack und die Augen weggeschnappt, da sie allein sichtbar sind, man hat aber Stücke, denen der ganze Kopf fehlte, denen die Wunde verheilt war, und die sich trotzdem frisch weiter bewegten, gefunden und als — neue Formen beschrieben. Zur Entschuldigung kann dienen, daß die Form des Heteropodenkörpers oft durch Konservierungsmittel stark leidet.

Schließlich noch die Bemerkung, daß Panceri Pterotracheen auf Erschütterungen hin aufleuchten sah. Namentlich der Eingeweidesack strahlt auf den geringsten Reiz hin ein schönes, bläuliches Licht aus.

Von den Bodenformen, zu denen wir zurückkehren, mag hier Natica *Lam.* stehen, die Nabelschnecke, mit vielen Arten, mit derbem, glattem, poliertem, kugeligem Gehäuse, das am Nabel zu einer Schwiele verdickt ist. Der Fuß hat ein abgegliedertes Propodium, das sich auf den Kopf hinaufschlagen kann. Hinten sitzt ein kräftiges Operkulum. Die Tiere

haben mehrere Besonderheiten, so graben sie z. B. im Schlamm den Muscheln nach. Das hat zunächst zur Wasseraufnahme in den Fuß geführt. Er schwillt dadurch unförmlich auf und zeigt vorn das Propodium, in der Mitte das große Mesopodium oder die eigentliche Sohle, hinten den Deckellappen. Es hat bis jetzt nicht gelingen wollen, die Schnecken in dem geschwollenen Zustande zu konservieren, denn auf jeden Reiz entleeren sie das Wasser und führen den Körper auf die gewöhnliche Form zurück. Früher glaubte man, die Wasseraufnahme geschähe durch ein Loch mitten auf der Sohle oder etwas davor, das bei vielen Vorderkiemern in die hintere Fußdrüse führt. Aber Schiemenz hat gezeigt, daß dafür am vorderen Rande, wo gewöhnlich in breiter Linie die vordere Fußdrüse oder Lippendrüse mündet, rechts und links eine Anzahl feiner Öffnungen liegen. Sie führen in Kanäle, die sich aufs allerfeinste zwischen der Muskulatur im ganzen Bereiche des Fußes verzweigen und durch Ringmuskeln verschließbar sind. Wir dürfen somit annehmen, daß die Einrichtung aus der Vorderranddrüse hervorgegangen ist. Zuerst quoll in den Drüsenräumen durch Wasseraufnahme der Schleim, dann wurden die Öffnungen geschlossen und durch den gesamten Druck des Hautmuskelschlauches in erweiterte Räume zur Verästelung zwischen den Muskelbündeln gezwungen. Das war wohl der Anfang, der sich beim Graben als nützlich erwies, so gut wie bei dem Ergreifen der Muschel, die von den überquellenden Fußteilen umschlossen wird. Die weitere Bewältigung der Muschel ist nicht weniger eigenartig (s die Abbildung S. 445). Wir sehen da über dem Vorderfuß die Atemrinne des Mantels herausschauen, den Sipho, welcher den Wasserwechsel in der Kiemenhöhle auch trotz des vorgelagerten Wulstes im Sande gewährleistet, dazu wohl die Fühler, namentlich aber die rüsselartig verlängerte Schnauze. Unter dieser liegt nahe der Mündung, sagen wir am Kinn, ein flacher Napf, die Bohrdrüse, die blaues Lackmuspapier, das wir darauf drücken, rötet, also sauer reagiert. Die Säure wird nun zum Auflösen des Kalkes in der Muschelschale verwendet — ein Vorgang, dem wir noch öfters begegnen werden —, es entsteht ein erweichter Fleck, in dem dann die Radula in kreisrunder Bewegung arbeitet, bis ein völlig regelmäßiges Loch entsteht (C). Durch dieses dringt darauf der Rüssel ein, um die Weichteile der Muschel auszufressen.



Eben ausgekrochene Veligerlarve von Natica. p Propodium oder Vorderfuß, m Metapodium oder Hinterfuß, o Operkulum oder Deckel. Nach N. H. Odhner. Aus „Zoologischer Anzeiger", 44. Band, 1914, Nr. 4.

Die Laichform der Natica hängt ganz mit ihrem Graben im Sand zusammen. Es ist eine regelrechte Sandmulde, von der Gestalt der geflochtenen Schüssel, in der ein rundes Brot geformt wird. Die Wand der Schüssel ist über und über dicht durchsetzt von Eikapseln. Der Fuß arbeitet offenbar, unter Abscheidung von Schleim, während der Ablage der Kokons drehend im Sande. Die Jungen sind Veliger, mit ähnlichen vier Segelzipfeln, wie wir sie vorhin von Atlanta kennenlernten, je weiter in den Tropen, desto länger. Dabei haben Schale und Operkulum bereits ihre regelrechte Ausbildung, so daß man an der Struktur des Deckels schon die Unterfamilie, zu der die Larve gehört, erkennen kann (s. d. Abb.).

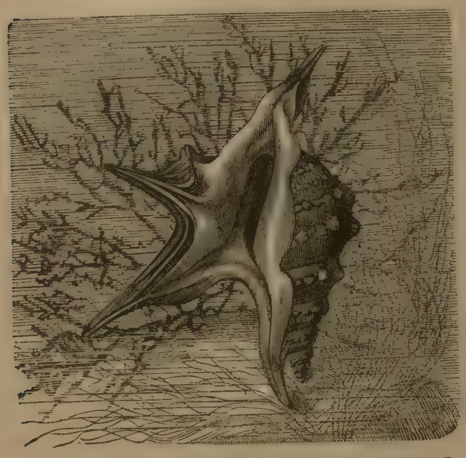
Die Erzeugung eines starken Deckels, wie wir ihn hier finden, ist, nach V. Bauers Beobachtungen, eine besondere Anpassung gegen die Angriffe der Einsiedlerkrebse, die ja im Litoral sich durch ihr Bedürfnis nach einem Schneckenhause zu besonderen Feinden der Gastropoden herausgebildet haben. Nach demselben Forscher wären sogar die Verdickung des letzten Umganges der Schale bei Porzellan- und Kegelschnecken, die verstärkte Außenlippe bei zahlreichen Seeschnecken (Cassidaria, Tritonium, Murex), ihre periodische

Verdickung bei Scalaria, die Napfform und dergleichen solche Verteidigungsmittel gegen dieselben Feinde, wobei Murex ihren Stachelbesatz geradezu als Säge verwendet. Ebenso leistet der Stachelbesatz nicht nur an der Außenlippe, sondern auf der Schalenfläche selbst gute Dienste gegen die Angriffe der anderen ausgeprägtesten Gruppe von Feinden, der Seesterne, auf deren Beziehungen wir noch öfters zurückkommen werden. Diese Angriffe haben bei Natica reticulata *L.* zu einem besonderen Fluchtreflex geführt, zu auffallend raschem Schlagen von Purzelbäumen bei Berührung der zwei zipfelförmigen Taster am Hinterende des Fußes.

Von einem ähnlichen Ausgangspunkte aus, wie Natica, und doch in einer ganz anderen Richtung, noch weit einseitiger ein Extrem durchführend, betätigen sich die Lamellariiden. Wir können von Formen ausgehen mit kugeliger oder mehr flachgedrückter, ohrförmiger Schale, wie Velutina *Flem.* und Sigaretus *Lam.* Bei letzterem soll der Weichkörper noch dem von Natica gleichen, bei Velutina wird die Schale zarter und der Mantelrand schlägt sich auf sie hinauf, sie teilweise bedeckend. Von da an entstehen Nacktschnecken von plumper, steifer Körperform mit innerer Schale, die aber immer trotz ihrer Zartheit ihr vollkommenes Gewinde beibehält, Lamellaria *Mont.*, Marsenia *Leach*, Marseniopsis *Bergh*, Oncidiopsis *Beck* und andere. Sie umspannen alle Meere von der Arktis bis zur Antarktis und haben nahe Lebensbeziehungen nicht zu den Muscheln, sondern zu Tunikaten, und zwar zu den festsitzenden Seescheiden. Das geht so weit, daß sie in deren dicken Mantel rundliche Löcher fressen, um ihre Eier hineinzulegen, und sie mit einem Schleimdeckel verschließen, wie Bergh beobachtete. Erstaunlich ist nun die verschiedene Entwickelung der Veligerlarven, die daraus ausschlüpfen. Am einfachsten sind sie in der Arktis, ein zartes äußeres Schälchen, das vom Deckel verschlossen werden kann, das Segel nach rechts und links etwas zu einem Lappen verbreitert. Ganz anders in der Antarktis, wo sie eine Nacktschnecke darstellen mit dickem Mantel, fast kugelig aufgetrieben bis zu Erbsengröße, in der Manteltasche eine ganz dünne, kalklose Schale, dazu eine Öffnung, aus der der Kopf und der kleine Fuß herausgestreckt werden. Der Kopf trägt die Fühler und vier lange, bewimperte Segelzipfel. Sie beweisen, daß die Vorfahren einst im warmen Wasser der Tropen lebten, wo allein solche Verlängerungen hervorsprossen. Hier lebt jetzt die dritte Larvenform, die sogenannte Echinospira. Eine durchsichtige, elastische Schwimmschale, vollkommen flach und wasserhell, etwa von der Form einer Tellerschnecke, mit bedornten Längskielen ringsum, enthält eine ganz kleine Larve, die aus der Mündung dieselben Segelzipfel herausstreckt. Sie nimmt anfangs nur einen geringen Teil innerhalb der Außenschale ein, bedeckt sich aber selbst mit einem dünnen Kalkhäutchen, der künftigen bleibenden Schale. Die äußere Schwimmschale behält während der pelagisch-planktonischen Wanderung ihre Größe, bis ½ cm, bei, während der Einwohner heranwächst. Beim Anlanden am Boden wird die Schwimmschale, die weiter nichts bedeutet als ein stark aufgetriebenes und abgehobenes Periostrakum, abgeworfen, die junge Larve kriecht davon, erweitert ihren Mantelrand usw. Welche Schicksale mag die Familie hinter sich haben, bis alle ihre Sonderheiten herauskamen?

Wir sahen bei den letzten Sippen den Sipho, wohl als eine Folge des Grabens im Boden, als eine Einrichtung, um den Zusammenhang zwischen der Atemhöhle und dem freien Wasser aufrechtzuerhalten. Bei den noch übrigen Tänioglossen ist der Sipho bereits an der Schale kenntlich, an der er einen Ausschnitt veranlaßt, daher sie auch als Siphonostomen zusammengefaßt werden.

Die Cerithien oder Nadelschnecken haben als erste Gruppe lange turmförmige feste, mit vielen Buckeln verzierte Gehäuse. Die größeren in den Tropen sind dadurc bemerkenswert, daß sie in die Flußmündunge und Sümpfe eindringen. Während der trock nen Jahreszeit hängen sie, durch erhärte Schleimfäden befestigt, mit geschlossenem Deck an den Zweigen der Mangroven. Die kleine Tr foris *Dh.* mit linksgewundener Schale stellt d andere Extrem dar, sie schwimmt lange mit vi Segelzipfeln im Meere umher, nachdem berei ihre Schale weit herangewachsen ist. Im M telmeer ist wohl keine Schnecke so unempfin lich gegen Trockenliegen wie das derbe Ce thium vulgatum *Brug.* — Die Radula die Familie ist vielleicht am wenigsten täniogl unter denen, die wir hier noch als Bandzüng zusammenstellen. Einmal sind es mehr Zäh in einer Querreihe, bis zum Doppelten, soda sind die Seitenzähne nicht klingenförmig frei, sondern die Zahnplatten sind alle flach u breit, nach den Seiten zu abnehmend, ebenso die freien Spitzen, die dem Hinterrand einzelnen Zähne aufsitzen, eine richtige Raspel, die sich nach den Seiten zu glättet. H wird jedenfalls eine besondere E wickelungsreihe angedeutet. Stam sie vom Süßwasser oder gar vom Lan?



Gehäuse des Pelikansfußes, Aporrhais pes pelecani *L.* Natürliche Größe.

Die Schale der Porzell schnecken oder Cypräen haben bereits besprochen (S. 413), die pap dünnen inneren Teile gegenüber m dickwandigen, durch den Mantel pol ten letzten Umgange; dazu kommt zu st Verdickung und Abplattung des P i- stoms zu beiden Seiten des schm Mündungsspaltes. Je bekannter ie Schalen und je ausgebreiteter die e- nutzung, wovon später die Rede in wird, desto geringer ist die Kenn is der Lebensweise. Gehen doch die e- merkungen meist auf Rumph zurück er uns erzählt, daß die Porzellanschn en sich meist im Sande verbergen, bei u- oder Vollmond aber herauskom en und sich an die Klippen hängen. Einige Beobachtungen machte Simroth in Neapel. ei der kleinen Trivia *Gray* ist der ganze Weichtierkörper blaß orange oder ockerig gefärbt. ne Cypraea *L.* dagegen zeigte die stärksten Gegensätze. Die bräunliche, mit zwei verwasche n, weißlichen Binden versehene Schale deutet wohl auf ein ähnliches Pigment wie bei Tr ia.

Männchen der Flügelschnecke, Strombus lentiginosus *L.* Natürliche Größe.

Anders der Weichkörper. Die Sohle ist einfach blaß weißlich, mit einem Stich ins Rosa. Der Rücken des Fußes ist auf hellem Grunde dicht schwarz gestrichelt, unscheinbar. Der Mantelrand, der sich über die ganze Schale hinaufschlägt und sie einhüllt, auf Berührungsreiz aber sich stark zusammen- und in den Spalt zurückzieht, um sich ganz langsam in 1 oder 2 Tagen wieder zu dem früheren Umfange auszubreiten, hat das Braun der Schale, die er erzeugt hat, nur blasser. Auf seiner Fläche stehen über und über weißliche, grießige Warzen, aus denen sich von Strecke zu Strecke eine hellere, spitzere dornartig erhebt. Hier drängt sich die Frage auf, ob die niedrigen Warzen und die höheren Dornen wesentlich verschieden sind oder nicht vielmehr auf dieselbe Grundlage in periodischem Wechsel zurückgehen. Sie konnte leider nicht verfolgt werden, wie sie auch erst später bei genauerem Studium auftauchte. Was dagegen auf den ersten Blick die Aufmerksamkeit erregte, waren die scharlachroten, grellen Anhänge, die an dem geschilderten, mattfarbigen Körper gliedmaßenartig hervortreten, die Schnauze, die äußerst lichtempfindlichen Fühler, die bei jeder Beschattung zusammenzucken, und der Sipho. Hier muß wohl eine besondere Bedeutung vorliegen; man konnte sich angesichts der vielen scharlachroten Brachyuren, die das Neapeler Aquarium beherbergt, des Eindrucks nicht erwehren, daß diese Cypraea etwas Krebsiges vortäuschte, ein merkwürdiges Beispiel für Mimikry!



Sturmhaube, Cassis cornuta *L.* Kleines Exemplar.

Als Alata oder **Geflügelte** faßt man namentlich die Gattungen Aporrhais *Dillw.*, Strombus *L.* und Pteroceras *Lam.* zusammen, allerdings die erste lediglich nach der Schale, der Fuß zeigt noch nicht die Durchbildung wie bei den anderen. Aporrhais pes pelecani *L.*, der **Pelikansfuß** (Abb., S. 448), die großen **Flügelschnecken** und **Fingerschnecken** oder **Teufelskrallen** haben die Außenlippe der schweren Schale als einen Flügel verbreitert oder in einzelne Fortsätze ausgezogen. Die Bedeutung für die Gleichgewichtslage wurde bereits erwähnt. Trotz des Schalengewichtes sind die Tiere beweglich genug, infolge der Gliederung des Fußes, die an Atlanta (Abb., S. 442) erinnert. Der schmale, spitze, hornige Deckel sitzt auf einem verlängerten Metapodium; von der Sohle ist besonders das Vorderende leistungsfähig. Indem sich die Schnecke somit auf die weit voneinander entfernten Punkte stützt, ist sie zu Sprüngen befähigt; lebhaftes Hin- und Herschlagen des Deckels hat einer Art den Namen „Fechter" verschafft. Mit der freieren Bewegung geht die gute Ausbildung der Augen einher; hier sitzen sie auf dem Ende von Stielen, die seitlich eine kurze Fühlergeißel tragen. Sonst pflegt es bei unserer Ordnung umgekehrt zu sein, so daß die Augen auf kurzen Stümpfen am Fühlergrunde sitzen.

Noch bleiben vier Familien, die sich, bei normalem, breitem, vorn noch in besonde[re] Zipfel ausgezogenem Fuß, durch einen Rüssel von reichlich Schalenlänge auszeichnen. [...] kann sich völlig zurückziehen, so daß eine gewöhnliche Mundöffnung erscheint. Lassen wir d[ie] kleinen Columbellen oder Täubchenschnecken mit ihren massenhaften Arten in d[en] wärmeren Meeren beiseite, so bleiben die Helmschnecken, die Tritonshörner (Abb[.] S. 453) und die Tonnenschnecken. Die Cassiden, von denen eine Gattung im Mitt[el]meer, Cassidaria *Lam.*, den Nordpunkt bildet, gehören vorwiegend den Tropen an. D[ie] große Sturmhaube, Cassis cornuta *L.* (Abb., S. 449), ist allgemein bekannt mit dem kurz[en] Gewinde und der langen, schmalen Öffnung zwischen den verdickten, polierten Mündung[s]-



Tonnenschnecke, Dolium perdix *Montf.* 1/3 natürlicher Größe.

lippen. Die Helmschnecken leben meist in geringeren Tiefen in der Nähe des Stran[des] auf Sandgrund, wo sie sich, den Muscheln nachstellend, ganz oder fast ganz eingraben[.]

Von den Tritonshörnern oder Tritoniiden und den Doliiden, den Faß- o[der] Tonnenschnecken, wissen wir, daß sie hauptsächlich den Stachelhäutern, Seewalzen [un]d Seesternen, nachstellen, und daß sie zu diesem Zwecke in ihrem Speichel Säure hab[en], so gut wie die Cassiden. Es gehörte zu den überraschendsten Entdeckungen, als Tro[sche]l zufällig ein Dolium in die Hand nahm, das einen Speichelstrahl ausspritzte, der [de]n Marmorboden zum Aufschäumen brachte. Ebenso überraschend war die Entdeckung, [da]ß 3—4 Prozent freie Schwefelsäure im Speichel nachgewiesen wurden. Man hat dann a[uc]h an den Speicheldrüsen besondere Schwefelsäure bereitende Einrichtungen gefunden; a[uc]h andere Säuren, namentlich Asparaginsäure, werden im Speichel von Dolium angetrof[fen]. Ferner ist erwiesen, daß die Stachelhäuter durch Säuren sehr leicht gelähmt werden könn[en]. Hier wird also gleich ein Doppeltes erreicht: die Betäubung des Feindes und die Zersetz[un]g seines Kalkgerüstes. Wenn auch Schwefelsäure nicht gerade praktisch erscheint, weil sie [mi]t dem Kalk das schwer lösliche Sulfat gibt, so wird doch das sperrige Gerüst des Seestern[s i]n Pulverform übergeführt, die der Radula keine Schwierigkeiten macht.

Zu den Doliiden schließlich gehören noch die Birnenschnecken, Pyrula *Lam.*, indes mit manchen Abweichungen. Der Fuß ist klein, dafür breitet sich der gefleckte Mantel (a in der Abb.), der sich weit auf die Schale hinaufschlägt, zunächst horizontal aus, also in einer Ebene mit der Sohle; und diese Ausbreitung ist zum Kriechen befähigt wie der Fuß selbst.

Die Birnenschnecken leben in Ost- und Westindien; ebenso kommt in beiden Gebieten die Gattung Dolium *Lam.* vor, indes verbunden durch mediterrane und afrikanische Formen. Auch die Tritoniiden sind ähnlich verbreitet, zeigen aber die überaus große Merkwürdigkeit, daß verschiedene Arten zugleich ost- und westindisch sind, ohne Zwischenstation. Der Zusammenhang wurde vermutlich aufrecht erhalten durch recht große Schwimmlarven, wieder mit langen Velarzipfeln. Die Tritonium-Larven gehen über 1 cm Länge hinaus; die von Dolium, als Macgillivrayia beschrieben, lassen sich noch an vielen ausgewachsenen Schalen scharf nachweisen, und zwar an der hornigen Gehäusespitze. Die Larven kennen wir sicher aus dem tropischen Teile des Indischen und Atlantischen Ozeans.



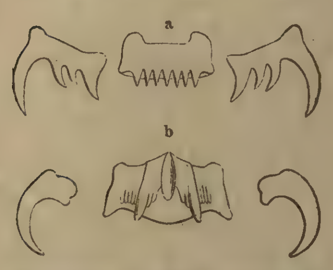
Birnenschnecke, Pyrula decussata *Wood*, a) von oben, b) von unten. Natürliche Größe.

4. Unterordnung: Schmalzüngler (Rhachiglossa).

Wir bleiben bei der Einteilung nach der Radula in dem vollen Bewußtsein, damit keinesfalls eine direkte Entwickelungsreihe zu kennzeichnen. Wir kennen sie nicht und könnten höchstens versuchen, einzelne Linien andeutungsweise zu verfolgen, z. B. die schlanken Tritonshörner zu den Kinkhörnern und Spindelschnecken in Beziehung zu setzen, oder die Porzellanschnecken zu den Oliven. Wir müssen nur — das ist das Wesentliche — eingedenk bleiben, daß die Organisation sich im allgemeinen in der Richtung bewegt, die wir bei den höheren Tänioglossen wahrnahmen. Längst ist die Perlmutterstruktur des Hypostrakums verschwunden. Die Schnauze ist zum Rüssel verlängert, dessen Basalteil sich fernrohrartig einschiebt; die Radula, von deren Verschiedenheiten trotz der Vereinfachung die Abbildung auf S. 452 zwei Beispiele bringt, konzentriert sich immer mehr auf den Mittelzahn; im Rüssel sitzen vielfach vorn noch Drüsen, die fälschlich zu den Speicheldrüsen gerechnet werden, vielmehr als Bohrdrüsen das Öffnen der Muscheln ermöglichen; der Mantelrand hat sich

durchweg zu einer Siphoröhre ausgezogen. Markstränge kommen am Schlundring längst nicht mehr vor. Auch das Körpermaß scheint gewachsen, wenigstens gibt es unter den höheren Vorderkiemern kaum noch eine Schale, die unter einige Zentimeter heruntersänke. Die Larven scheinen in den Tropenmeeren durchweg durch lange Segelfortsätze zu eupelagischem Leben befähigt. Behalten wir diese Grundzüge im Auge, dann kommt auf die genauere Klassifikation und Reihenfolge wenig an.

An die siphonostomen Tänioglossen mit regelmäßig kegelförmigem oder turmförmigem Gewinde, wie beim Tritonshorn, kann man eine Reihe von Rhachiglossen anschließen, von denen die meisten Vertreter größerer Kreise sind: Turbinella *Lam.*; Neptunea *Bolt.*; Fasciolaria *Lam.*, die Bandschnecke; Fusus *Lam.*, die Spindelschnecke; Buccinum *L.*, das Krull-, Kink-, Wellhorn; Nassa *Lam.*, die Reusenschnecke; Purpura *Brug.*, die Purpurschnecke; Murex *L.*, die Stachelschnecke, u. a. m. So begehrt die Schalen, namentlich die Arten aus den Tropen, bei den Liebhabern sind, so wenig wissen wir von der Lebensweise der meisten. Der Sipho deutet wohl auf das Graben im Sande, und die frische Schale sieht meist nichts weniger als schön aus. Pflanzenfresser sind schwerlich darunter, die meisten stellen wohl anderen Weichtieren, zumal Muscheln, nach, die sie, ähnlich wie Natica, anbohren. Doch werden wir auch eine andere Methode kennenlernen. Eine Anzahl nährt sich von toten Tieren.

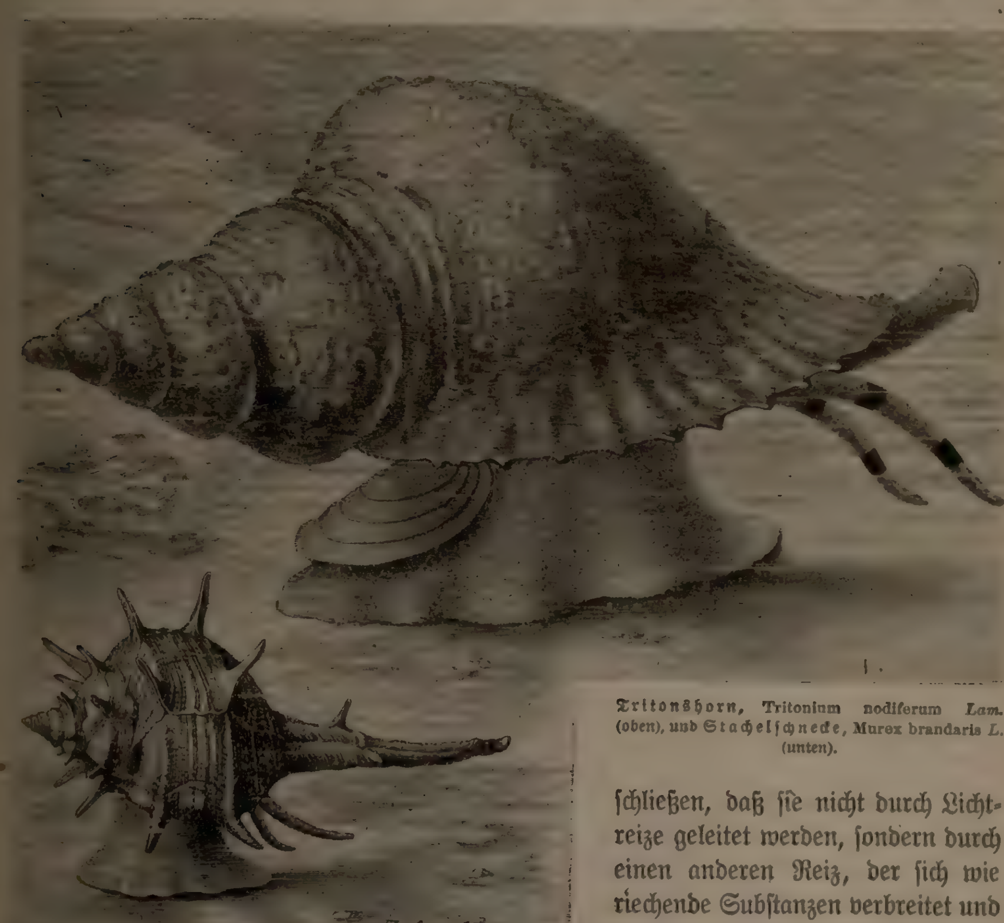


Zahnreihen der Reibeplatten von a) Tritonium undatum *L.*, b) Murex erinaceus *L.*

Die Kink- oder Wellhörner, Buccinum *L.* (s. Taf. „Weichtiere I“, 6, bei S. 425), erreichen ihren größten Umfang hoch im Norden bei Spitzbergen, wo sie offenbar noch in voller Weiterbildung begriffen sind, wie besonders aus der Veränderlichkeit ihrer Radula hervorgeht. In der Nordsee ist das Gemeine Wellhorn, Buccinum undatum *L.*, eine der häufigsten Schneckenarten. Meist dient sein leeres, oft mit Hydractinia echinata *Ben.* bewachsenes, vom Bohrschwamm verunstaltetes Gehäuse Einsiedlerkrebsen als willkommener Schutz ihres weichen Hinterleibs. Die kleineren Reusenschnecken (Nassa) zeigen sich sehr beweglich: auf den Rücken gefallen, schnellen sie Fuß, Fühler und Schnauze zur Seite heraus und kehren sich rasch um. Sie üben eine Art Strandpolizei aus. Während der Ebbe bleibt manches Tier auf dem Ufer liegen. Nur den langen Sipho sieht man aus dem Sande auftauchen und auf dem Boden umherwittern; denn am Grunde der Atemröhre liegt ja das Osphradium, die Geruchsleiste. Hat sie eine Beute erspürt, so taucht auch die Schnecke selbst auf und bewegt sich dorthin.

Eine frische Schilderung von unserer Gegitterten Fischreuse, Nassa reticulata *L.*, geben Meyer und Möbius: „Die Fischreusen sind Fleischfresser. Wir haben gesehen, daß sie lebendige Seesterne anfielen und sich nicht durch die Krümmungen derselben vertreiben ließen. Wenn Fleisch ins Aquarium geworfen wird, so wittern sie es sehr schnell, denn sie setzen sich in der Nähe und in der Ferne sofort in Bewegung, um es zu suchen. Diejenigen, die nahe an der Oberfläche des Wassers sitzen, wenden sich abwärts; andere, die im Begriffe sind, nach oben zu kriechen, kehren um. Manche heben den Fuß von der Glaswand ab und lassen sich zu Boden fallen. So sind sie mit einem Male der gewitterten Speise ein großes Stück näher gerückt und setzen dann kriechend ihren Weg weiter fort. Diejenigen, die im Schlamme des Bodens verborgen sind, heben den Grund in die Höhe, wühlen sich hervor und kriechen auf das Fleisch los.

„Das Organ, mit dem die Fischreusen das Fleisch wittern, scheint das Atemrohr zu sein. Sie strecken es aus und bewegen es nach allen Seiten. Sie gehen nicht geraden Weges auf das Fleisch zu, sondern weichen bald links, bald rechts ab, ja sie wenden zuweilen sogar um, merken aber dann bald, daß sie sich von der gewitterten Speise entfernen, und schlagen den früheren, näher führenden Weg wieder ein. Alle ihre Bewegungen lassen



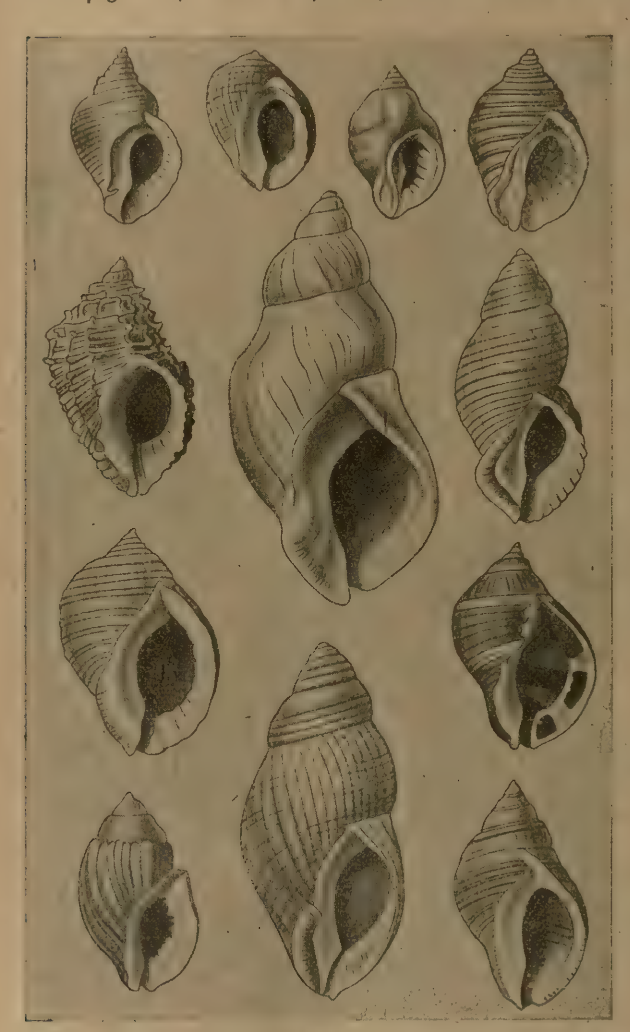
Tritonshorn, Tritonium nodiferum *Lam.* (oben), und Stachelschnecke, Murex brandaris *L.* (unten).

schließen, daß sie nicht durch Lichtreize geleitet werden, sondern durch einen anderen Reiz, der sich wie riechende Substanzen verbreitet und ähnlich wie diese auf ein Sinnesorgan einwirkt. In dem Augenblick, wo die Schnecke zum erstenmal das Fleisch berührt, fährt eine Zuckung durch die Fühler und das Atemrohr. Der Rüssel, ein hellroter Schlauch, kommt aus dem Munde hervor und bohrt sich in das Fleisch ein. Bald sind alle Fischreusen des ganzen Aquariums in dichtem Gedränge um das Fleisch versammelt. Jede behauptet ihre Stelle, nur die emporgehaltenen Atemrüssel schwanken hin und her.

„Zuweilen bedient sich die Fischreuse ihres Fußes, um die Nahrung zu ergreifen und festzuhalten. Eine Nassa hatte eben ein Stück Fleisch gefunden, als auch ein Palaemon squilla (ein Garneelenkrebs) hinzukam und dasselbe mit seinen Scheren anfaßte. Da umklammerte sie die Masse mit dem Fuße und ließ sie nicht wieder los, obgleich Palaemon lange dabei blieb und mitfraß."

Die Purpur- und Stachelschnecken (Purpura *Brug.* und Murex *L.*) bohren

Muscheln an. Doch lebt bei Kaledonien eine Stachelschnecke, Murex fortispina *Franç.*, die einen abweichenden Weg einschlägt. Nicht nur die Schale, sondern auch die Außenlippe der Mündung ist innen gezähnt. In der Mitte steht ein besonders starker und glatter Zahn. Zwischen ihn und den Deckel klemmt das Tier eine kleinere Muschel ein, zieht sich darauf gewaltsam ins Gehäuse zurück und knackt so die Muschel auf wie eine Nuß. — Die Schale der Stachelschnecken zieht sich zu einer langen Rinne aus, die schützend den Sipho birgt (Abb., S. 453, unten). Bei der von den Molukken stammenden Murex tenuispina *Lam.* stehen die Stacheln am regelmäßigsten in langen Reihen, bis auf das Ende des Siphorohrs hinunter. Die Purpurschnecken tragen dagegen keine Stacheln, dafür findet sich bei manchen, besonders bei Purpura lapillus *L.* der Nordsee, eine außerordentliche Neigung zur Bildung von Lokalrassen, von denen wir die wichtigsten im Bilde vorführen. Umgekehrt scheinen die tropischen Arten auf weite Strecken sehr konstant zu bleiben. Der Grund liegt in der Fortpflanzung. In wärmeren Meeren schwimmt der Veliger weit umher; in der Nordsee setzt sich aber die ausgeschlüpfte Larve in der Nähe der Mutter fest; bei jenen findet also ein fortwährendes Durchmischen statt, hier dagegen örtliche Trennung. Concholepas *Lam.* ist eine derbe Purpuride von der chilenischen Küste mit stark verkürztem Gewinde und erweiterter Mündung; sie soll festsitzen nach Napfschneckenart.



Lokalformen der Purpurschnecke, Purpura lapillus *L.*, von der britischen Küste. Nach Cooke. Aus Bronn, „Klassen und Ordnungen des Tierreichs", 5. Band, Leipzig 1896.

Eine andere, echte Seßhaftigkeit hängt vermutlich mit veränderter Ernährungsweise zusammen. Die auf Korallen festsitzenden und mit ihnen symbiotisch lebenden Schnecken finden an deren Mahlzeitsresten reich gedeckten Tisch. Die Jungen von Rhizochilus antipathum *Stp.* (Abb., S. 455) gleichen den Purpura-Schnecken so vollständig, daß man sie mit jüngeren Stücken mancher Arten derselben verwechseln kann. Das Gehäuse der sich eben festsetzenden Tiere von 15 mm Länge hat die nebenstehend abgebildete Form. Die längliche Mündung ist nach oben hin abgerundet, nach dem kurzen Kanale zu spitz, und die beiden Lippen sind ganz einfach, bis

zum Zeitpunkt der Anheftung, wo dann sowohl die äußere als die innere sich zu verlängern und die Zweige der Korallen zu umfassen beginnen. Betrachtet man dagegen einen späteren Zustand, so ist eine merkwürdige Veränderung mit dem Mündungsteil des Gehäuses vor sich gegangen, besonders durch das eigentümliche Verhalten der Lippen (s. die untere Abb.). Dieselben sind aufgewulstet und haben einen oder mehrere Zweige der Hornkoralle umwachsen, sich dabei einander genähert, und durch die fortgesetzte Kalkabsonderung hat das Tier gleichsam seine eigene Schalenöffnung zugemauert. Mitunter haben sich mehrere Stücke so nahe beieinander angesiedelt, daß die Mündung des einen durch des anderen Schale teilweise verschlossen wird. Dieser Verschluß nach der Anheftung ist natürlich kein vollständiger; es bleibt die Kanalöffnung, und von hier aus wächst eine Röhre hervor, die große Ähnlichkeit mit einer Wurmröhre hat. Magilus antiquus *Montf.* ist eine andere Form, die auf kalkigen Korallenstöcken Platz nimmt. Hier wird die Schnecke von den weiterwachsenden Korallen umwachsen, sie verlängert einfach ihre Schalenmündung zu einem geraden, dickwandigen Kalkrohr, an dem die Schale den Abschluß bildet. Bei übermäßiger Verlängerung zieht sich der Weichkörper aus dem Hinterende heraus, hinter sich immer Kalk abscheidend.


Junges Exemplar von Rhizochilus antipathum *Stp.*

Purpur- und Stachelschnecken lieferten gemeinsam den Purpur der Alten. Jetzt ist die Kunst der Purpurgewinnung auf wenige Fischerbevölkerungen am Mittelmeer zurückgegangen, die ihre Wäsche mit diesem Stoffe zeichnen. Was die Eigentümlichkeiten der Purpurmaterie angeht, so ist sie, wenn man sie aus dem Organe nimmt, worin sie sich befindet, weiß oder blaßgelblich; die einzelnen Arten von Purpura und Murex variieren darin. Den Sonnenstrahlen ausgesetzt, wird sie anfänglich zitronengelb, dann grünlichgelb; dann geht sie in Grün über und wandelt sich endlich in Violett, welches mehr und mehr dunkelt, je mehr es der Sonneneinwirkung ausgesetzt wird. Es hängt von dem Auftragen, also von der Menge der Substanz ab, welche Farbennuance des Violetts man haben will; der geschickte Färber hat also alle Grade der Schattierung in der Gewalt. Um die Substanz zu gewinnen, bedient man sich am besten eines etwas steifen Pinsels, mit dem man sie von der betreffenden Stelle des Mantels abstreicht, um sie unmittelbar auf die zu färbenden Stoffe aufzutragen. Lacaze-Duthiers, nicht bloß Zoolog, sondern auch Künstler, sah, daß die Purpurmaterie nach unseren modernen Erfahrungen ein im höchsten Grade brauchbarer photographischer Stoff sei. Er stellte daraufhin eine Reihe sehr gelungener Versuche an. Wohl hat die Purpurfärbung schwerlich eine neue Zukunft, allein der Pariser Forscher glaubte doch, daß die Übertragung von Photographien mittels des Purpurs auf Batiste und feine Seidenstoffe, auf Fächer und andere Luxusartikel wegen der außerordentlichen Zartheit der Tinten der Mühe wert sei. Im letzten Jahrzehnt ist es endlich Friedländer, einem Wiener Chemiker, gelungen, die Zusammensetzung des Purpurstoffes nachzuweisen und wenigstens für eine Nuance die Formel und die künstliche Herstellung zu liefern, freilich noch nicht fabrikmäßig. Die Purpurdrüse ist nichts anderes als der wenig veränderte vordere Abschnitt der Hypobranchial- oder Schleimdrüse. Kann von einem Nutzen der Farbe für das Tier die Rede sein? Noch niemand hat einen solchen nachweisen können.


Älteres festsitzendes Tier von Rhizochilus antipathum *Stp.* Natürliche Größe.

Wir stehen hier vor einem der merkwürdigsten Rätsel der Natur, dessen Lösung wahrscheinlich viele interessante Folgerungen nach sich ziehen wird. Es scheint, daß das Licht, vielleicht zusammen mit der Wärme, auf irgendwelchem rein mechanischen Wege in der Haut Stoffe erzeugt, die in Spektralfarben übergehen; aber nur andauernde stärkste Belichtung und Erwärmung wirkt so. Diese kann kaum einem Geschöpf in höherem Maße zuteil werden als den Schneckenlarven, die sich lange Zeit an der Oberfläche der tropischen Meere umhertreiben und niemals anders beschattet werden als von Wolken. Viele Purpurschnecken haben das Hypostrakum neben der Mündung rot angehaucht; es sind solche aus wärmeren Meeren. Und wenn man ein Tritonium findet, dessen Schale, wie gewöhnlich, außen weiß und gelbbraun gezeichnet ist, dessen Gehäusespitze aber violett aussieht, so kann man sicher sein, daß die Larve eine lange tropische Meerfahrt gemacht hat; die Herkunft wird allemal tropisch sein. Wir kommen auf den Gegenstand später nochmals zurück.


Eikapseln von Purpura lapillus *L.* Natürliche Größe.

Die pelagischen Purpuridenlarven sind ganz besonders an ihre Lebensweise angepaßt. Das Conchinschälchen hat nämlich am Mundsaum Ausschnitte für die langen Segelzipfel, weshalb man die Larven als erwachsen betrachtete und ihnen fälschlicherw ise den Gattungsnamen Sinusigera beilegte.

Die Geschlechter scheinen bei allen diesen höheren Gastropoden streng getrennt zu sein. Der Laich (s. die Abb. oben) bildet meist zierliche Kapseln von ganz verschiedener Gestalt, Urnen, Becher, flache Dosen, die in Reihen oder Haufen angeordnet sind. Die von Buccinum sind flach, bikonvex, derb, in großen Mengen zu Haufen getürmt (s. Tafel „Weichtiere I“, 7, bei S. 425) und werden von den Fischern als „Seeseife“ bezeichnet, wirken aber freilich mehr wie eine Nagelbürste. Von einem dieser Laiche hat Pelseneer gezeigt, daß der Fuß und die Fußdrüse sich an der Herstellung beteiligen. Die Eier gleiten in der erwähnten Genitalrinne herab; die Fußdrüse liefert das Material für die Kapsel; der Fuß formt und befestigt sie. Vermutlich gilt diese Methode für die meisten Arten. Die einzelnen Kapseln enthalten oft viele Eier, bis 80 und darüber. In der Entwickelung finden sich große Unterschiede. Bei Buccinum z. B. gedeihen nur die kräftigsten Embryonen bis zum Veliger, gewöhnlich nur einer, der sich von seinen schwächeren und zurückgebliebenen Geschwistern ernährt; bei Nassa dagegen gelangen durchschnittlich alle Embryonen zur Reife, was dann ein arges Gedränge zur Folge hat und zu allerlei Druckdeformitäten an den Schälchen und Deckeln führt.


Schwarze Olive, Oliva maura *Lam.* Natürliche Größe.

Von den übrigen Schmalzünglern wollen wir die kleinen **Marginellen** beiseite lassen. Die **Voluten** oder **Faltenschnecken** haben ihren Namen von den Falten an der Spindel. Große Gehäuse von verschiedener Form und Schwere haben entsprechend verschiedene Namen veranlaßt: **Walzen-, Kahn-, Fledermausschnecke.** Sie kommen in weiter Zerstreuung durch alle Zonen und Tiefen vor. Ihre Fortpflanzung deutet auf irgendwelche

Sonderursprung hin, über den wir aber noch nichts wissen. Sie sind lebendig gebärend oder legen von einer uhrglasförmigen Schale bedeckte, große Eier einzeln ab, meist in Muschelschalen. Die Oliven (Oliva *Brug.*; Abb., S. 456) deuten durch ihren Namen schon die Form ihrer schweren, meist stumpf, aber elegant gezeichneten Schale an. Ihre Politur erhält sie nicht vom Mantel, sondern von seitlichen Fußverbreiterungen. Diese sowie das abgesetzte Propodium hängen mit der grabenden Lebensweise zusammen. Sie beschränken sich auf die Tropen. Das tun auch die Harfenschnecken (Harpa *Lam.*) vom Sundaarchipel. Ihren Namen haben die großen, schönen, mit zierlichen Zickzacklinien gezeichneten Gehäuse von den polierten, beiderseits scharf begrenzten Rippen, die in nahen Abständen die Schale überziehen. Es sind Verdickungen der Außenlippe, die entweder auf sehr langsames oder auf häufig unterbrochenes Wachstum deuten. Eine eigentümliche Schutzeinrichtung ist das autotomische, d. h. durch Selbstverstümmelung bewirkte Abwerfen des Schwanzendes, wenn sie sich auf Reiz sehr schnell in ihre Schale zurückziehen. An bestimmter Stelle findet sich ein quergestellter Blutsinus, eine schwache Stelle, in die der scharfe Mündungsrand bei der hastigen Rückzugsbewegung einschneidet. Endlich Mitra *Lam.*, die Mitraschnecken, mit ihren schlanken, dicken Schalen, von denen auf die Mündung und auf das Gewinde etwa je die Hälfte entfällt. Sie sind durch einige auffallend gefleckte und verzierte Arten bekannt und beliebt, so namentlich die Bischofsmütze, M. episcopalis *Lam.*, die Papstkrone, M. papalis *L.* usw. Wenn wir aber eine Beschreibung ihres Benehmens lesen, wie etwa die: „Die Schraubschnecken sind wahre Sinnbilder der Trägheit, stunden- und selbst tagelang liegen sie unbeweglich im Schlamm und bewegen kaum das Atemrohr oder strecken den Rüssel hervor", was heißt das anders, als daß wir diese Kinder der Tropen noch nicht bei ihren interessanten Lebensäußerungen belauscht haben! Der weit über schalenlange Rüssel läßt weithin reichende Verwendung vermuten.

5. Unterordnung: Pfeilzüngler (Toxoglossa).

Terebra *Lam.*, die Schraubschnecke, hat mit der Gattung Mitra die feste glatte Schale gemein und annähernd auch die Form, man hat sie wohl an die Spitze der Vorderkiemer stellen wollen, weil die Augen auf langen Stielen stehen, ohne seitliche Fühlergeißeln. Die Cancellarien oder Gitterschnecken haben ihren Namen von der Oberflächenstruktur der Schale. Sie hausen namentlich auf flachen Sandbänken des tropischen Litorals. Pleurotoma *Lam.* ist der Begriff für eine große Reihe von Schnecken mit Spindelschale, die in der Tat Fusus *Lam.*, der eigentlichen Spindelschnecke (S. 452), sehr ähnlich sehen, da sich auch hier die Spindelseite zu einer langen Siphorinne auszieht. Der Name kommt von einem kurzen Schalenschlitz, den manche an der Außenlippe haben. Die Tropen sind am reichsten daran, aber auch in der Tiefsee herrschen sie vor. In erster Linie denkt man bei den Pfeilzünglern an die Kegelschnecken der Gattung Conus *L.* mit ihren schweren Gehäusen, kurzem, abgeflachtem Gewinde und schmalem, langem Mündungsschlitz. Daß die Innenteile der Schale nachträglich auf Papierstärke zurückgehen, wurde früher (S. 413) besprochen, ebenso daß die rinnen- oder röhrenförmigen Zähne mit ihren Widerhaken zugleich die Ausfuhrgänge einer großen Giftdrüse sind. Die Eingeborenen kennen ihre Wirkung recht gut und warnen den sammelnden Europäer, denn der Biß erzeugt auch beim Menschen heftige Entzündungen. Wem er in Wahrheit gilt, wissen wir nicht. Wahrscheinlich ist das Gift auch hier weniger ein Schutzmittel, als auf Beutetiere berechnet. Die Figur auf S. 458 nehmen wir auf, weil wir aus unmittelbarer Beobachtung nichts Besseres haben. Die

dargestellte Haltung wird wohl nur vorübergehend vorkommen, etwa nächtlich. Der kleinen Conus mediterraneus *Brug.* sah Simroth sich in den Sand eingraben, indem das Tier den vorderen Fußteil vorstreckte, zu einer Rinne zusammenbog und nach unten in den Boden senkte, während der übrige Fuß unbeteiligt in Ruhe verblieb. Von Zeit zu Zeit wurde er mit dem Gehäuse ruckweise nachgezogen. Die Conus-Arten mit vielfach hübscher Zeichnung sind von Sammlern sehr begehrt; die höchsten Preise, 20000 Mark und mehr, wurden für einzelne Arten bezahlt. Der gelbe Conus virgo *L.* mit dem violetten Hauch am Siphoausschnitte bringt in den Komplementärfarben vermutlich den Einfluß der Tropensonne am einfachsten zum Ausdruck. Die große Mannigfaltigkeit der Arten hängt wohl mit der Neigung zur Bildung von Lokalformen zusammen. Die Gattung scheint noch in voller Umbildung begriffen. Eine Art gilt für erloschen, weil sie nur auf einer kleinen, zur Philippinengruppe gehörigen Insel hauste, die einem vulkanischen Ausbruch zum Opfer fiel; ein interessantes Beispiel für das andauernde Werden und Vergehen in der Natur.



Kegelschnecke, Conus textilis *L.* Natürliche Größe.

Hier sind wir am Ende mit dem Grundstock der überaus breiten Menge von Konchylien, welche die Vorderkiemer stellen. Was nun noch kommt, sind einige Sonderanpassungen. Überblicken wir die Masse, so sehen wir, daß wir von dem Schalenreichtum nur Stichproben geben konnten und auch diese in ganz unzureichender Beschreibung, daß wir aber vom Leben der verschiedenen Arten noch weniger wissen. Vielleicht kommt noch ein neuer Gesichtspunkt hinzu, wenn wir erfahren, daß es Prosobranchier gibt von ganz verschiedener systematischer Stellung, aber mit Schalen, die zum Verwechseln ähnlich sind. Hausen solche an demselben Orte zusammen, so liegt der Verdacht nahe, daß es sich um Mimikry handelt; aber wir haben noch in keinem Falle die Rechnung durchführen sehen, wer das geschützte Modell und wer der schutzbedürftige Nachahmer sei. Wir wissen eben zu wenig oder so gut wie fast nichts von der ökologischen Bedeutung der Farben. Kommt doch die wirkliche Farbe meist erst beim Reinigen der Schale zum Vorschein, die im Leben mit allerlei Fremdkörpern bedeckt ist; und wo sie gleich frisch uns entgegentritt, da war sie im Leben vom Fuß oder Mantel eingehüllt, wie bei Cypräen und Oliven.

Manches wurde von den Verbreitungsgesetzen gesagt, über den Einfluß der Wärme auf die Entwickelung pelagisch-planktonischer Larven, auf Trennung und Übereinstimmung östlicher und westlicher Formen. Das malaiische Gebiet ist das allerreichste, aber mit großem Gleichmaß. Die Schneckenfauna eines Korallenriffs im Indischen Ozean zeigt dieselbe Zusammensetzung wie die einer entfernten Südseeinsel. Ausläufer hat die Tropenfauna hauptsächlich nach dem Mittelmeer entsandt. So erklärt sich auch die an die Tropen der Jetztzeit erinnernde Mannigfaltigkeit der Schnecken in den Tertiärmeeren Mitteleuropas, im Pariser, Mainzer und Wiener Becken, die offenbar in direkter Verbindung mit dem Indik standen. Die fossilen Individuen stehen an Größe aber beträchtlich den jetzt Lebenden nach.

Wie die Besiedelung der Tiefsee zustande gekommen ist, zeigte sich bei der Untersuchung

der Ausbeute französischer Expeditionen in der Nordhälfte des Atlantischen Ozeans. Dieselben Formen, die in der Arktis im Litoral hausen, steigen südwärts in die Tiefe hinab in gleichmäßigem Vordringen, aber so, daß sie auf der brasilianischen Seite 800 m erreichen, auf der afrikanischen jedoch 2000 m. Das Hinabwandern im allgemeinen zeigt die Abhängigkeit von der Wärme; kältegewohnte Nordformen passen in die kalten Abgründe. Besondere Umwandlungen scheinen Schnecken und Muscheln der Tiefsee kaum nötig zu haben; nur das Operkulum wird überflüssig. Daß manche Formen die Augen einbüßen, überrascht nicht weiter. Sonst sind, merkwürdigerweise, kaum spezielle Anpassungen bekanntgeworden.

Schließlich wollen wir noch ganz kurz der mannigfachen **Beziehungen zum Menschen** gedenken, die uns gerade bei den Vorderkiemern am eindrucksvollsten entgegentreten. Die Weichtiere haben im wirtschaftlichen Leben der Völker von jeher eine große Rolle gespielt, am meisten naturgemäß an den Gestaden des Meeres; doch hat sich der Einfluß sehr früh bis weit in das Binnenland erstreckt. Vielleicht ist kein Gegenstand so geeignet, die prähistorischen Zeiten mit der Gegenwart zu verknüpfen wie die Verwendung der Mollusken; denn was wir im grauen Altertum bei uns finden, hat sich jetzt in entlegenen Teilen der Erde bei noch unkultivierten Völkern erhalten, wenn es auch vor der sich ausbreitenden Zivilisation mehr und mehr dahinschwindet. Die Weichtiere dienen nicht nur als Nahrungsmittel, ihre Schalen nicht nur als Schmuck, als Abzeichen der Würde, sondern sie sind an vielen Stellen der Erde zum wichtigsten Wertmesser, zum Geld selbst, geworden, ja möglicherweise in ihrer Form die Vorläufer unserer heutigen Münzen. Dadurch erhalten sie eine Wichtigkeit wie kein anderes Objekt, denn sie beherrschen geradezu die ganze Ökonomie mancher Stämme.

Schon aus vorgeschichtlichen Zeiten weisen die großen Schalenhaufen, die Küchenreste der Urbevölkerung, an den Gestaden zahlreicher Länder (Kjökkenmöddinger in Dänemark, Sambaquis in Brasilien und ähnliche Bildungen in Frankreich, England, Portugal, Nordamerika, Japan), sowie Schmucksachen in Gräbern auf eine rege Verwendung der Vorderkiemer und Muscheln hin. In den Mythen der alten Inder spielten die Schnecken eine große Rolle. In Vorderasien erlangte die Purpurschnecke, aus der von den Phöniziern der bekannte Farbstoff gewonnen wurde, schon sehr frühzeitig große wirtschaftliche Bedeutung; bei den Griechen fanden Meeresschnecken namentlich als Arzneimittel Verwendung.

Als Geld dienen Schneckenschalen besonders in drei Gebieten: in der Südsee, in Afrika und Amerika. Aus der Südsee ist besonders die Diwarra der Salomoninsulaner bekanntgeworden, die aus den bearbeiteten und aufgereihten Schalen der Schnecke Nassa camelus *Mart.* besteht und dort neben zahlreichen anderen „Muschel"-Geldsorten in Gebrauch ist; besonders kunstvoll sind einige Geldarten der Papuas an der Ostküste von Neumecklenburg; sie bilden Ketten von mehreren Metern Länge. In Afrika dienten früher im Kongogebiet kleine Olivenschnecken, Oliva nana, als Geld, die namentlich auf einer Insel südlich der Kongomündung, Ilha do Dinheiro, gesammelt wurden, aber jetzt längst außer Gebrauch gekommen sind. Sehr verbreitet sind dagegen auch heute noch die **Kaurischnecken**, die Gehäuse mehrerer Cypraea-Arten (C. moneta, C. annulus, gelegentlich auch noch andere), die sämtlich in den südasiatischen Meeren zu Hause sind und zuerst in China und Japan als Wertmesser und Tauschmittel verwendet wurden; von dort gelangten sie nach Hinter- und Vorderindien, wo sie seit Anfang unserer Zeitrechnung als einzige Währung herrschten und selbst heute noch nicht ganz außer Gebrauch gekommen sind. Von hier aus wurden sie in vorgeschichtlicher Zeit sogar bis Nordeuropa verschleppt. In Afrika, wo die Kauri heute ihren wichtigsten

Bereich hat, ist sie merkwürdigerweise von Westen her eingedrungen, durch die Venezianer, Holländer und Engländer; sie herrscht heute von Timbuktu bis zum Tschadsee und in großen Teilen des Sudans, nicht mehr aber an der Westküste selbst.

Aus Nordamerika, wo die Schalen von Haliotis und Dentalium als Münzen und Schmuckstücke viel verwendet wurden, sind als besondere Merkwürdigkeit die Wampumgürtel zu erwähnen, Ledergürtel, die, mit Stückchen der Schalen von Busycon-(Ficula-)Arten benäht, als Symbole und Dokumente dienten, wie denn z. B. der Vertrag, in dem 1682 die Leni-Lenape an William Penn das heutige Pennsylvanien abtraten, durch einen solchen Wampumgürtel verewigt wurde.

Alle Vorderkiemer aufzuzählen, die vom Menschen als Genußmittel verwendet werden oder wurden, ist wohl kaum möglich; manche Arten finden noch heutzutage auch bei Kultur-



Kaurischnecke, Cypraea moneta *L.* Natürliche Größe. (Zu S. 459.)

völkern einen starken Absatz, so Litorina littorea, Buccinum undatum und Patella vulgaris. Außerordentlich mannigfaltig ist auch die Verwendung der bunten Schneckenschalen als Körperschmuck der Naturvölker; selbst bei uns sind ja noch die Kameen in Gebrauch, bei denen sich das farbige Hypostrakum, das bei Cassis cameo dunkelbraun, bei C. rufa gelb, bei Strombus gigas rosenrot ist, wirkungsvoll von dem weißen Ostrakum abhebt.

6. Unterordnung: Federzüngler (Ptenoglossa).

Die gleichmäßig spitzen Pfriemenzähne der Radula dieser Unterordnung deuten nur auf die Raubtiernatur. Auf ihre Herkunft zu schließen, geben sie dagegen kaum Anhalt, wenigstens nicht weiter, als daß man sie auf die äußeren Zähne der Fächer- oder Bandzüngler zurückführen kann: eine Konvergenz, durch die drei ganz verschiedene Familien zusammengeschweißt werden.

Da ist zunächst Linnés Liebling, die Perspektivschnecke, Solarium *Lam.*, mit regelmäßig flach konischem, derbem, buntem Gehäuse und vielen engen Umgängen, die sich um einen weiten Nabel herumziehen wie eine Wendeltreppe, d. h. bloß beim Anblick von unten. Die Familie hat nichts zu tun mit den Scalariiden oder Scaliden, die nun wirklich de-

Vulgärnamen „Wendeltreppen" führen. Es sind meist kleine, weiße, turm- oder fast nadelförmige Schnecken. Die Bezeichnung stammt von einer der größten tropischen Formen, deren einzelne Umgänge in regelmäßigen Abständen mit aufgekrempelten Ringwülsten geziert sind und einander nicht berühren, immerhin ein elegantes Gefüge, das ihnen einst bei den Sammlern höchsten Modewert und entsprechend unsinnige Preise verschaffte.

Diesen beiden Boden- und Schlammbewohnern stehen die Janthiniden oder Veilchenschnecken als einer der eigenartigsten Typen gegenüber, neben den Heteropoden die zweite Anpassung der Vorderkiemer an das offene Meer, aber auf ganz anderer Grundlage, nicht durch eigene Kraft schwimmend, sondern sich treiben lassend, an einem Floß befestigt, das sie sich selbst bauen, im übrigen nach gleichen Gesetzen an das warme Wasser gebunden, selten bis Irland verschlagen, schwarmbildend, gefräßig. Die Arten sind weithin durch die Tropenmeere verbreitet und schwer voneinander zu trennen. Was sind die Unterschiede? Die Schnecke hat den gewöhnlichen Habitus eines Vorderkiemers, eine rundliche oder kegelförmige Schale von Durchschnittsproportionen, etwa wie bei einer Paludina, nur dünner, zum Schwimmen. Auch die sonstigen Verhältnisse sind normal. Das Eigenartige ist nur, daß die Schnecke in umgekehrter Lage an ihrem Schleimband am Wasserspiegel hängt, und daß sie dieses durch Ein- und Anlagerung von Luftblasen zu einem dauernden Fahrzeug macht. Wie wir von den Rissoen (S. 436) berichteten, kann mittels des Vorderfußes Luft gefaßt und in Schleim gehüllt werden. Das wird hier zur Regel, und der Schleim erhärtet stärker. So wird vorn Blase auf Blase an das Floß geheftet, das sich allmählich nach hinten verschiebt, bis die letzten Teile, die über die Schnecke hinausragen, endlich von den Wogen zertrümmert werden. So treibt die Schnecke vollkommen willenlos dahin. Sie muß warten, bis ihr ein Beutetier zur Berührung nahe kommt. Dem entspricht die Ausbildung der Sinne. Die Augen verkümmern nicht selten, die Ohrblasen fehlen immer, denn ein seßhaftes Tier braucht kein Gleichgewichtsorgan, die Fühler dagegen sind besonders entwickelt, gespalten. Die Gefräßigkeit ist groß; was berührt wird, wird gefressen, Genossen der eigenen Art, große Quallen usw. Gegen deren Nesselgift scheint die Ausrüstung der Mundhöhle an den Backen mit Conchinplatten einen Schutz zu bilden.



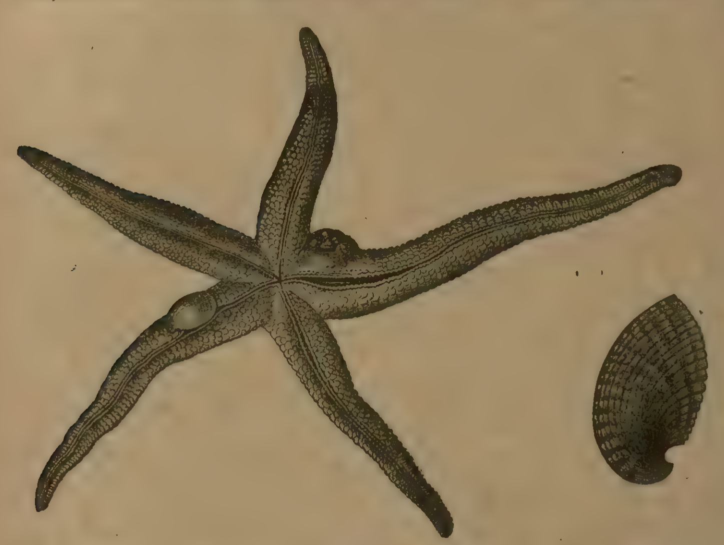
Veilchenschnecke, Janthina fragilis *Lam.*, mit dem Floß, die Unterseite nach oben gekehrt schwimmend, von der Seite und von oben gesehen. Natürliche Größe. a Schnauze, b Schale, c Floß, d Vorderfuß, e Luftblase, in Schleim gehüllt.

Besonders zu gedenken ist der Farbenanpassung: hier ist das ganze Gehäuse veilchenblau, oder doch die nach oben gekehrte Unterseite, bei weißem Gewinde. Hat man es als Schutzfarbe zu deuten oder nicht vielmehr als die Folge der allerkonstantesten Einwirkung des Sonnenlichtes, unterstützt durch die Wärme? Wir haben ähnliches bei den Purpurschnecken angedeutet (S. 456). Die Vermehrung geschieht entweder mittels innerer

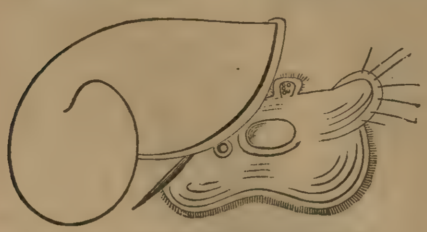
Brutpflege, also Lebendiggebären, oder durch das reihenweise Anheften gestielter, plattgedrückter Eikapseln an die Unterseite des Floßes.

7. Unterordnung: **Zungenlose, Schmarotzer (Aglossa).**

Es gibt eine große Reihe kleiner Vorderkiemer mit weißlicher, schlanker, turmförmiger Schale und allerlei kleinen Besonderheiten, die allerdings in den meisten Fällen nur an der Schale untersucht und erkannt sind. Hier ist es die abweichende Gehäusespitze, der Apex, die Schalen sind heterostroph, d. h. die ersten Umgänge sind, in scharfer Trennung von dem nachfolgenden Gewinde, abweichend gerichtet, so daß sie, normal weiter wachsend, eine ganz andere Schale ergeben würden. Man hat sie, nach den Hauptgattungen Eulima *Risso*, Odostomia *M.-Td.*, Pyramidella *Lam.*, in eine Anzahl von Familien zerlegt. Die Arten gehen in die Hunderte und nehmen fortwährend zu, je weiter man auch auf die Kleinigkeiten des Litorals achten gelernt hat, wie Dall und Bartsch an den amerikanischen Küsten, Hedley an den australischen. Am Weichkörper fällt manches auf. Eine Verdickung unter der Mundöffnung, das sogenannte Mentum oder Kinn, stellt wohl ein besonders ausgestaltetes Propodium dar, die Fühler sind zum Teil ohrförmig; Hermaphroditismus ist nachgewiesen. Man glaubte früher, die Eulimiden wären schlechtweg zungenlos, aber eine kürzlich angestellte Untersuchung zweier Arten hatte das wunderliche Ergebnis, daß die eine eine tänioglosse, die andere keine Radula hatte. Das alles weist auf absonderliche Schicksale hin, die wir noch nicht kennen, außer in einer bestimmten Richtung. Man weiß von den Eulimiden, daß sie schmarotzen, einige wenige an Muscheln, wie Pelseneer erst ganz neuerdings wieder eine solche an der gemeinen Miesmuschel auffand, alle übrigen an Stachelhäutern. Je mehr aber allmählich die Kenntnis dieser Echinodermenparasiten wuchs, um so bestimmter überzeugte man sich, daß sich unter ihnen noch eine zweite Familie verbirgt, die trägen oder seßhaften Mützenschnecken oder Capuliden (S. 440). Und so stehen wir jetzt vor der Auffassung, daß der Zungenverlust zwei ganz verschiedene Gruppen betraf, jedesmal infolge Schmarotzens an Stachelhäutern, deren symbiotische Beziehungen zu den Gastropoden uns bereits wiederholt beschäftigten. Der



Seestern mit der schmarotzenden Capulide Thyca ectoconcha *Ad.*; rechts letztere vergrößert.



Larve der parasitischen Schnecke Entoconcha mirabilis *Müll.* Stark vergrößert.

Parasitismus hat Umwälzungen hervorgerufen, Neubildungen und Reduktionen, die schließlich die Organisation vollkommen verwischt haben und keineswegs ganz aufgeklärt sind, so sehr man sich auch mit den Tieren beschäftigt und immer neue gefunden hat. Wir wollen wenigstens die Grundzüge herausheben.

Johannes Müller, der große Berliner Physiolog, entdeckte in der Klettenholothurie, Lapidoplax digitata *Mont.*, einen Schlauch, der sich an einem der Blutgefäße, die den Darm begleiten, festgesetzt hatte und durch seine bräunliche Farbe leicht in dem durchscheinenden Wirt zu erkennen war. Der Schlauch enthielt Eikapseln und darin junge Schnecken. Bauers Untersuchung gelang der Nachweis, daß der Schlauch selber die umgewandelte Schnecke sein müsse, doch konnte er keineswegs deren ganze Geschichte klarlegen. Vielmehr ist weder die Einwanderung noch die ganze Metamorphose bekannt. Möglicherweise werden die jungen Schnecken dadurch frei, daß die Holothurie durch Autotomie leicht in einzelne Stücke zerfällt (S. 351). Die Einwanderung der schwimmenden Larve geschieht dann vermutlich in die ganz jugendliche Seegurke. Semper sah, im Gegensatz dazu, kaum veränderte, beschalte Eulima im Magen einer Holothurie umherkriechen. Zahlreich sind allerlei Zwischenstufen, wo die Tiere außen festsitzen als Ektoparasiten. Das älteste Beispiel hierfür ist ein Capulus, der aus paläozoischer Zeit neben dem Mund eines Haarsterns gefunden wurde. Jetzt kennen wir die Schmarotzer von allen Klassen der Stachelhäuter mit Ausnahme der Schlangensterne, und von allen möglichen Körperteilen, von den Seeigelstacheln angefangen. Zuerst senkt der Schmarotzer seinen Rüssel in die Haut des Wirtes; dann dringt er mit seinem übrigen Körper nach, der aber durch eine Hautfalte geschützt wird, die rings von der Basis des Rüssels ausgeht und sich über den Körper, die Schale usw.



1) Die Holothurie Lapidoplax digitata mit dem parasitischen Schneckenschlauch Entoconcha mirabilis *Müll.* m Magen. Natürliche Größe. 2) Mittelstück der Lapidoplax digitata mit dem Schneckenschlauch. Vergrößert. A Leibeswand, B Hautfalte, C Darm der Holothurie mit den an der Rückenseite (D) und der Bauchseite (E) verlaufenden Blutgefäßen. F Körper der Entoconcha mit a knopfförmigem Vorderende, b und c Eierstock mit Eiweißdrüse, d Raum mit Brutkugeln, e Samentasche.

hinaufschlägt, bis sie das Tier schließlich ganz einhüllt. Dadurch entsteht ein Schlauch, der im vorderen Teil nur vom Rüssel gebildet wird, in der hinteren Hälfte aber den eigentlichen Körper umschließt. An diesem letzteren können nun allerlei Rückbildungen auftreten, die Augen können fehlen, ebenso die Ohrkapseln, der Fuß, die Kieme, die Schale, die Niere. Am Darm kann der Magen sich hinten schließen, so daß Vorder- und Enddarm Blindschläuche ohne Verbindung sind. Endlich schwindet auch das Nervensystem, so daß zuletzt nur die Haut, der Rüssel, der Enddarm und die Geschlechtsdrüse übrigbleiben. Soweit die Kenntnisse reichen, sind die Tiere Zwitter und lebendiggebärend, und man hat öfters Junge gefunden, die sich gleich neben den Alten festgesetzt hatten. Sonst ist die Lebensgeschichte im einzelnen, die Infektion und dergleichen noch keineswegs geklärt, ja bei keiner Art im Zusammenhange bekannt. Aber die ganze Kombination ergibt doch eine sehr interessante Reihe vom Einfluß der schmarotzenden Lebensweise auf die Organisation in seinen verschiedenen Abstufungen.

Zweite Ordnung:
Lungenschnecken (Pulmonata).

Die Lungenschnecken sind weit einheitlicher als die Vorderkiemer. Es fehlen unter ihnen die Schmarotzer und die eigentlich Seßhaften. Da viele im Süßwasser leben, einige auch in die Uferregion des Meeres eingewandert sind, kommen auch Kiemen vor, immer aber als sekundäre Erwerbungen, als sogenannte adaptive Kiemen. Die meisten sind Landtiere, die alle Festländer beherrschen, soweit diese nicht eine dauernde Eisbedeckung tragen. Nacktschneckenbildung ist häufig, fehlt aber im Süßwasser. Alle sind Zwitter. Die Begattung vollzieht sich auf dem Lande meist unter besonderer Erregung, mit einem reizvollen Vorspiel, wobei die Enden der Geschlechtswerkzeuge ausgestülpt werden, denn die Rute ist hier in der Ruhe nirgends sichtbar. Damit haben wir schon eine Besonderheit des Baues, die auf dem Lande erworben wurde. Trockenschutz ist das erste Erfordernis. Er verlangt eine viel reicher gegliederte Muskulatur, meist durch Zerlegung des Spindelmuskels in einzelne Bündel. Jeder Teil des Vorderkörpers kann bei den echten Landformen für sich eingezogen und eingestülpt werden, die Fühler, der Kopf, die Begattungsorgane. Auch die Lungenöffnung ist verschließbar. Dazu kommen besondere Umwandlungen der Haut. Eine frei vorstehende Seitenlinie, ein Epipodium, fehlt durchweg. Dagegen wird die Haut gefurcht und runzelig, in den Furchen hält sich die Feuchtigkeit. Schutz gegen Trockenheit beim zurückgezogenen Tier wird nicht durch das Operkulum erzielt, das nur noch bei einer erwachsenen Form und bei einem Embryo vorkommt, sondern durch erhärteten Schleim. Der Schleim wird zudem das Hauptwehrmittel. Im Vordergrunde steht die Wasserökonomie bei der Schleimhautbedeckung natürlich. In trockner Luft kann keine Schnecke sich betätigen. Die Schale erreicht nie die Stärke und Schwere wie bei Vorderkiemern.

Das Herz ist durchweg mit nur einer Vorkammer versehen, die von vorn her da[s] Lungenblut erhält, nachdem es an der Decke der Atemhöhle durch ein Gefäßnetz hindurc[h] seinen Gasaustausch mit der Luft vollzogen hat. Je größer die Schnecke, um so reiche[r] im allgemeinen das Netz, um so enger seine Maschen, manchmal in einer Verdichtun[g] wie in dem Schwammgewebe einer Wirbeltierlunge, auch auf den Boden der Atemhöhl[e] übergreifend. Daß die Lunge der verschiedenen Formen auch in ihrer Entstehung nic[ht] ganz gleichwertig ist, wollen wir beiseite lassen. Man hat sich vorzustellen, daß de[r]

Lungensack sich nach innen vergrößerte, wo die Eingeweide, je nach ihrer Anlage, den geringsten Widerstand leisteten. Bei einer Schnecke mit dünner Schale, einer Bernsteinschnecke oder blassen Gartenschnirkelschnecke, sieht man den Gefäßbaum der Lunge von außen durchscheinen, wie er in den Herzbeutel übergeht mit dem pulsierenden Herzen, daneben die gelbliche, undurchsichtige Niere. In ein verwickeltes Lungengewebe sieht man geradezu hinein, wenn eine rote Wegschnecke ihre Atemhöhle weit geöffnet hat.

Der Schlundring besteht durchweg aus gut konzentrierten Ganglien, die eng um den Vorderdarm geordnet sind. Eine einzige Form, Chilina *Gray*, hat noch eine längere Viszeralkommissur mit Andeutung von Chiastoneurie. Solche Kreuzung kann nur noch mühsam am Verlauf einzelner Nerven nachgewiesen werden. Kopfaugen fehlen nur ausnahmsweise, sie beginnen nicht mit offenen Augenbechern, wie bei Patella, sondern sind stets geschlossen. Daß ihre Funktion ganz zweifelhaft ist, wurde in der Einleitung zur Klasse besprochen. Da Seßhaftigkeit fehlt, sind immer Ohrkapseln an den Fußganglien vorhanden, stets mit zahlreichen Hörsteinen. Auf andere Sinneswerkzeuge kommen wir bei den einzelnen Gruppen, bei denen wir auch die Abweichungen des Darmkanals besprechen wollen. In der Regel hat er vier Schenkel, mit einer Magenerweiterung zwischen den beiden ersten, in welche die einfache oder meist doppelte „Leber" mündet. Über dem Mundeingange liegt gewöhnlich ein Kiefer, eine halbmondförmige Konchinplatte, nicht zwei seitliche Verdickungen wie bei den Vorderkiemern.



Zahnreihe aus der Reibeplatte von 1) Limnaea stagnalis *L.*, 2) Ancylus fluviatilis *Müll.*, 3) Succinea putris *L.* Stark vergrößert.

Bei den meisten Raublungenschnecken, die indes nur auf dem Lande vorkommen, fehlt er, weil große Beute möglichst ganz gewürgt wird. Die Radula zeigt viel geringere Unterschiede als bei den Prosobranchien, meist sehr viele Zähne in einer Querreihe, der Rhachiszahn mit drei Spitzen, die Seitenzähne mit zwei, nach der Mitte zu gerichteten, die Randzähne entweder abgeflacht und immer schwächer bewehrt, oder aber in längere, pfriemenähnliche Spitzen ausgezogen. Sind nur die letzteren entwickelt, so erhalten wir das Raubschneckengebiß, das dem der Ptenoglossen oder Federzüngler unter den Vorderkiemern gleicht. Auf einzelne Abweichungen von der Grundform werden wir noch stoßen.

Von der Bewegung durch lokomotorische Wellen haben wir S. 416 gesprochen. Diese höchst merkwürdige Erwerbung gehört dem Lande an, das ja die vollkommensten Leistungen gezeitigt hat. Hier treffen wir aber noch einen schärferen morphologischen Ausdruck der Querwellen, der eine besondere Einteilung nötig macht, so gut wie ganz neue Embryonalcharaktere.

Gewöhnlich teilt man die Lungenschnecken in die Basommatophoren und die Stylommatophoren ein, je nachdem die Augen am Grunde oder auf der Spitze der Fühler liegen, womit andere Verhältnisse der Organisation zusammenhängen; wir werden besser tun, noch die Sondergruppe der Soleolifera abzutrennen, aus gleich zu erörternden Gründen.

1. Unterordnung: Soleoliferen (Soleolifera).

Gedenken müssen wir wenigstens dieser großen Gruppe von echten Nacktschnecken aus den Tropen, echt, insofern sie als Embryo bereits ihre Schale abwerfen; das ist schon

eine grundsätzliche Abweichung. Sie zerfallen in drei Familien, die wir einfach durch die Hauptgattungen kennzeichnen wollen, Vaginula *Fér.* oder Veronicella *Blainv.*, Oncidium *Buch.* und Rathouisia *Heude* oder Atopos *Simr.*

Den Umrissen nach kann man eine Vaginula am einfachsten mit einer Käferschnecke vergleichen, wenn man von dieser alle Hartteile wegläßt. Unten eine Sohle, rings durch eine tiefe Furche abgesetzt, davor der Kopf, das übrige der Mantel, oben gewölbt, unten flach, beide Teile durch eine scharfe Kante getrennt. Der Kopf kann ein Stück weit unter den Mantel zurückgezogen, aber nicht eingekrempelt werden, so wenig wie die beiden Fühler, an deren Spitze die Augen stehen. Ein zweites, unteres oder vorderes Fühlerpaar ist gespalten, d. h. es enthält die kleinen Fühler und die Lippentaster, die den Stylommatophoren zukommen, gewissermaßen noch nicht getrennt. Kiefer und Radula sind gewöhnlich. Natürlich liegt ein wesentlicher Unterschied von Chiton, dem die Tiere nur in den äußeren Umrissen ähneln, in der Asymmetrie des Gastropods, auf die wir gleich eingehen werden. Zunächst sehen wir uns noch die Sohle an, die durch feine, scharfe Querriefen in ganz gleichen Abständen geteilt ist, so fein, daß auf 1 mm mehrere der Leistchen oder Söhlchen (Soleolae) kommen. Beim Kriechen sehen wir dasselbe Bild wie bei einer Helix, lokomotorische Querwellen, die von hinten nach vorn ziehen, freilich die einzelne Welle viel breiter als eine Soleola. Die Leisten sind der sichtbare Ausdruck der scharfen Ordnung, in der sich die nach vorn fortschreitenden Kontraktionszustände vollziehen, am Hinterrand der Welle erschlaffend, am Vorderrand neue Strecken der Längsmuskeln ergreifend wie wir es eingangs schilderten, — ein rechter Gegensatz zu dem ungeordneten Wellenspiel bei den Wasserschnecken. Indes erinnern wir uns, daß wir einen freien Anklang an die Soleolae bei den großen Rhipidoglossen wiederfinden (S. 429).

Die Oncidiiden sind zumeist als Strandformen ins Meer übergetreten, in die Gezeitenzone, einige leben aber noch auf dem Lande, mehrere hundert Meter hoch auf den Bergen, nach Nacktschneckenart unter Baumrinden Schutz suchend. Einzelne zeigen noch die Soleolae, bei anderen verschwimmen sie allmählich. Man kann deutlich verfolgen, wie sich die scharfe Ordnung der Wellen beim Übertritt ins Meer abschwächt. Einige gehen über die Tropen hinaus, so das kleine Oncidium (Oncidiella) celticum *Cuv.* an der europäisch n Westküste. Im allgemeinen sind die Vaginuliden, deren Länge etwa von 1 bis 20 oder 30 cm wechselt, schlanker, die Oncidien plumper.

Atopos, eine strenge Landform der Tropen von Hinterindien bis zu den Philippinen, hat wieder die scharfen Soleolae. Das Hauptmerkmal ist die schmale und hohe Gestalt, der Rücken ist gekielt in ganzer Länge.

Die Geschlechtsöffnungen sind bei allen drei Familien getrennt, die männliche liegt überall rechts vorn, bei Atopos liegen die weibliche und der After dicht dahinter, bei Vaginula die weibliche um die Mitte herum, der After rechts hinten, bei Oncidium beide am Hinterende, dazu auch die Lunge, die nur hier deutlich entwickelt ist. Diese Landformen scheinen nur durch die Haut zu atmen, die daher, namentlich bei den größeren Formen, sich in dicht gestellten, weichen Warzen erhebt zur Vergrößerung der respiratorischen Fläche. Bei den Oncidien werden die Warzen vergrößert und erhalten unter Umständen büschelige, fingerförmige Hautfortsätze als sekundäre Kiemen. Das Wunderlichste ist, daß manche Oncidiiden auf den Rückenwarzen Augen tragen von besonderem Bau, einzeln oder in Gruppen, — abermals eine Parallele zu den Chitoniden. An konserviertem Material muß man scharf auf sie fahnden, da sie ein wenig zurückgezogen werden können und sich somit beim

Alkoholtode verbergen. Sonst sitzt der Mantel, namentlich bei den Vaginuliden, dicht voll Drüsen von einem zusammengesetzten Bau. Ihre Ausscheidung hat, nach Plate, bei einer chilenischen Art einen brennenden Geschmack; bei den Oncidiiden soll gar die Entleerung durch Muskeldruck erfolgen und einen Regen feiner Tröpfchen oder Kügelchen dem Angreifer entgegenschleudern. Semper wenigstens vermutete das, ja er glaubte eine bestimmte Beziehung zwischen den Oncidiiden mit Rückenaugen und den amphibiotischen Fischen der Tropen, Periophthalmus und Boleophthalmus, als ihren Feinden annehmen zu sollen. Hierfür fehlt die Bestätigung. Von den marinen Formen hat Semper nachgewiesen, daß sie Sand fressen, um dessen organischen Gehalt zu gewinnen. Wir treffen bald auf Verwandtes. Die Landformen sind wohl Moderfresser, so gut wie die Vaginuliden, die indes auch grüne Pflanzenteile genießen. In Westindien trat eine Art einmal als Schädling in den Kaffeeplantagen auf.

Die Atopiden sind Raubtiere, die sich zur Bewältigung ihrer Beute vermutlich außer der Radula auch zweier großen Drüsen bedienen, die neben dem rüsselartig verlängerten Munde liegen. Die Hinterindier halten sie für ebenso giftig wie den Peripatus, worin sie wohl recht haben, weil auch der letztere nicht giftig ist. Der Glaube gründet sich vermutlich auf starke Schleimausspritzung bei beiden, die noch dazu gemeinsam unter der Rinde hausen. Daher bestreichen die Malaien die Hörner ihrer Kampfstiere mit dem einen oder anderen, um sie durch das vermeintliche Gift noch wütender zu machen. Bestimmtes ist von den Tieren kaum bekannt. Die länglichen Eier sind durch einen Schleimfaden zu einer Schnur vereinigt und erhalten noch eine Schleimhülle. Eine Vaginula von Kamerun ist lebendig gebärend.

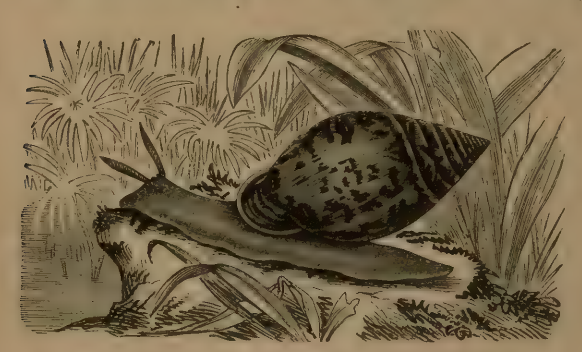
Die Embryonen, die, wie erwähnt, schon im Ei ihr Schälchen abwerfen, haben, so viel wir wissen, wenig Besonderheiten, höchstens daß bei Oncidium celticum *Cuv.*, das von Joyeux-Laffuie untersucht wurde, die Wimperschnur des Velums noch etwas besser erhalten ist als sonst bei den Lungenschnecken. Bei ihm ist die hinfällige Schale nahezu kugelig mit annähernd einem Umgange, bei Vaginula wird sie, nach den Beobachtungen der Vettern Sarasin, nur als ganz dünnes, flaches Häutchen angelegt, das alsbald vor den von den Seiten nach der Mitte zu vordringenden Mantelwülsten wieder schwindet, wohl schlechthin die primitivste Schalenanlage, die bei einem Weichtier vorkommt.

Betonen wollen wir noch einmal die doppelte örtliche Beschränkung der Gruppe, einerseits auf die Tropen, anderseits auf Land und Meer, unter Ausschluß des Süßwassers, mit dem Übergang in breiter Front an der Küste. Wir können höchstens hinzufügen, daß auf den malaiischen Inseln ein paar Oncidiiden in das brackige Wasser der Flußmündungen eintreten.

2. Unterordnung: **Basommatophoren (Basommatophora).**

Würden wir uns auf die bekannten Schnecken unserer Heimat beschränken, dann könnten wir die Basommatophoren einfach als Süßwasserlungenschnecken bezeichnen, denn die Schlamm-, Teller-, Blasen-, Napfschnecken, Limnaea *Lam.*, Planorbis *Guett.*, Physa *Gray*, Ancylus *Geoffr.*, bilden den Grundstock der Gruppe. Dazu kommt aber schon bei uns ein kleines Tierchen vom feuchten Land, Carychium minimum *Müll.*, der Vertreter der Auriculiden, welche die Nähe des Meeres bevorzugen und in den Tropen verhältnismäßig stattliche Größe erreichen, weiter aber eine Gruppe meist kleinerer, echt mariner Formen aus dem Gezeitengürtel. Das Gemeinsame ist bei allen die Lage der Augen unmittelbar am Kopf an der Fühlerbasis und die solide Beschaffenheit der Fühler, die nicht

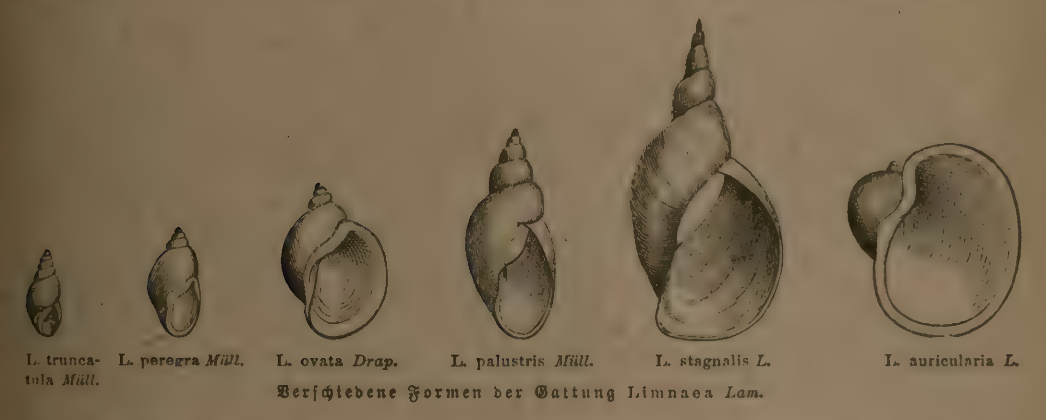
eingestülpt, sondern nur durch Zusammenziehen verkürzt werden können. Die Fühler wechseln in der Form, breit, dreieckig und flach sind sie bei Limnaea und Ancylus, lang, schmal und spitz auslaufend bei Planorbis und Physa, welche letzteren auch eine linksgewundene Schale haben. Bei Planorbis freilich kann man es kaum feststellen, da sie in einer Ebene aufgerollt ist; aber der Beweis ist leicht zu führen, denn After, Atemloch und Genitalöffnungen liegen auf der linken Seite. Die kleinen Napfschnecken zerfallen sogar in zwei Gattungen, eine rechts-, die andere linksgewunden, was man freilich hier nur an einer geringen seitlichen Verschiebung der Gehäusespitze aus der Mittellinie feststellt. Sehen wir uns erst noch nach weiteren Sinnesempfindungen um, so fällt wohl die Tatsache auf, daß der vordere Fußrand ein gutes Geschmacksorgan ist. Bei Limnaea wenigstens reagiert er positiv auf Zucker, meidet aber jede Spur von Saccharin, das wir in der Verdünnung nicht vom Zucker zu unterscheiden vermögen. Feinen Gefühls ist auch der Mantelrand fähig, zumal wenn er, wie bei Physa, mit tasterartigen Anhängen besetzt ist, die sich auf die Schale hinaufschlagen. Amphipeplea *Nilss.*, bei uns nicht häufig, gleicht einer Limnaea mit kurzem Gewinde, bei der sich der Mantel über die ganze Schale wegziehen und sie einhüllen kann. Wohl ausgebildet ist noch am Eingange der Lungenhöhle das Geruchswerkzeug oder Osphradium unter der Form eines kleinen Blindsacks, der unten von einem Ganglion umfaßt wird.



Platzregenschnecke, Scarabus imbrium *Mke.* Natürliche Größe.

Das bringt uns auf die **Atmung**. Um Luft in die Lunge aufnehmen zu können, muß natürlich jedes Basommatophor an die Oberfläche kommen. Nun finden sich aber besondere Limnäen auf dem Grunde des sehr tiefen Genfer Sees, die niemals in ihrem Leben die Oberfläche zu sehen bekommen. Sie nehmen einfach, ohne weitere anatomische Änderung, die Lungenhöhle voll Wasser, so wie wir es oben von der Pleurotomaria erschlossen (S. 427). Andere Limnäen verweilen, wenn ihre Bewegungen in schnell fließenden Bächen gehemmt sind, lange Zeit unter Wasser, ohne ihre mit Luft gefüllte Lunge öffnen und neu füllen zu können. Hier tritt Hautatmung ein, deren Ort man aus der reichlichen Versorgung mit Bluträumen feststellen kann. Zunächst ist die ganze Haut respirationsfähig, sodann die breiten Fühler, die, an jedem Rande mit einer Blutlakune und vielen Verbindungszweigen dazwischen, wie eine Kieme wirken; ähnlich der Mantelrand. Bei Ancylus, dem eine Lunge ganz fehlt, kommt nur die Haut und namentlich der Mantelrand als Atmungsorgan in Frage, der an der Stelle, wo die Lunge zu erwarten wäre, kenntlich am After, einen besonderen Hautlappen trägt. Ein solcher findet sich in größerer Ausbildung bei den großen Arten von Planorbis, dessen schmale Fühler und derbere Haut wenig zur Atmung beitragen können. Verhindert man die Schnecke am Aufsteigen an die Oberfläche, während man durch Wasserpflanzen oder reichliche Durchlüftung für genügenden Sauerstoff sorgt, dann schwillt der ohrförmige Lappen zu größerer Ausdehnung an. Sonst kann man gerade bei den kleineren Planorben mit durchscheinender Schale die Lunge bis weit ins Gewinde hinauf verfolgen. Dieser Lappen wird nun bei manchen tropischen Formen, Bulimus *Adans.* oder Pulmobranchia *Plsnr.*, der großen

Miratesta *Sars* und dem kleinen Protancylus *Sars* durch Faltung und Oberflächenvergrößerung zu einer besonderen, echten Kieme. Umgekehrt haben die Chilina-Arten aus den Bächen der chilenischen und peruanischen Anden, von denen oben ein primitives Verhalten der Viszeralkommissur gemeldet wurde, die Atemhöhle noch gar nicht verschließbar; frei tritt Wasser oder Luft ein, je nach der Stelle, wo sie sich gerade befinden. Von den marinen Formen fällt Siphonaria *Sow.*, ihrer Schale nach eine Napfschnecke, so gut wie Gadinia *Gray*, dadurch auf, daß sie die sekundäre Kiemenbildung in das Innere ihrer großen Lungenhöhle verlegt hat, indem an der Peripherie kiemenähnliche Blätter und Falten entstanden sind, und durch wimpernde Leisten ein Wasserstrom herbeigeführt wird. Die landbewohnenden Auriculiden besitzen natürlich nur eine echte Lunge. Wir führen eine tropische Art im Bilde (S. 468) vor. Die europäischen Küstengegenden haben nur weit kleinere Formen, unser binnenländisches Carychium minimum *Müll.* hat Stecknadelkopfgröße.



L. truncatula *Müll.* L. peregra *Müll.* L. ovata *Drap.* L. palustris *Müll.* L. stagnalis *L.* L. auricularia *L.*
Verschiedene Formen der Gattung Limnaea *Lam.*

Bei allen diesen Auriculiden — Auricula judae *L.* und midae *L.*, das Judas- und Midasohr, sind die größten — wird die Mündung durch Schwielen und Zähne verengert, wohl eine Trockenanpassung zur Verkleinerung der Öffnung, durch welche die Luft eintritt. Unter unseren Tellerschnecken hat unser kleiner Planorbis nitidus *Müll.* eine ähnliche Verengerung. Sie beschränkt sich indes nicht auf die Mündung, sondern wiederholt sich öfters im Inneren, so daß man sich wundern muß, wie der Körper beim Heraus- und Zurückgehen durch die verschiedenen engen Pforten hindurch kann. Übrigens haben einige Planorben die Fähigkeit, beim Eintrocknen ihrer Wohntümpel ihre Mündung mit einem schneeweißen, mithin stark kalkhaltigen Schleimdeckel zu verschließen, was wir sonst nur bei Landschnecken von trockneren Wohnorten finden. Amphibola nux avellana *Schum.*, die Haselnußschnecke vom Litoral Neuseelands, ist die einzige Lungenschnecke, die ihr Gehäuse durch ein echtes Operkulum schließt.

Bei einer kleinen Auriculide, Pedipes afer *Adans.*, hat die starke Faltenbildung zu einem Einschnitt im Fuß geführt. Die Sohle ist durch eine tiefe mittlere Querfurche in eine Vorder- und eine Hinterhälfte zerlegt, und man hat wohl gedacht, daß das Tier nach Art einer Spannerraupe kriecht. Wir fanden die Schnecke, die eigentlich in tropischen Küstengegenden zu Hause ist, noch reichlich in einer Grotte an der Küste der Azoren, die auf dem vulkanischen Boden durch eine heiße Quelle geheizt wurde. Da ließ sich leicht beobachten, daß durch den Fuß von hinten kräftige Blutstöße gingen, welche die Hälfte nicht gleichmäßig, sondern mehr ruckweise vorwärts brachten. Am besten beobachtet man das wogende Wellenspiel

der kriechenden Sohle, wenn ein Basommatophor an der Unterseite des Wasserspiegels kriecht. Das Schleimband, das von der Sohlenfläche ausgeschieden wird, verlängert sich immer mehr nach hinten. Die Schnecke kann auch die Luft in der Lungenhöhle zusammenpressen und sich zu Boden sinken lassen, oder aber, wenn sie etwa an einer Wasserpflanze hinunterkriecht und von Blatt zu Blatt einen Schleimfaden spinnt, plötzlich loslassen, um mit Hilfe ihrer Lungenluft direkt wieder an die Oberfläche zu steigen.

Bei den Schlammschnecken ist es charakteristisch, wie die Schale mit der Wasserbewegung wechselt (s. die Abbildung auf S. 469 und Tafel „Weichtiere I", 8, bei S. 425) Die schlanke Limnaea palustris *Müll.*, die beiläufig fast die sämtlichen subtropischen, gemäßigten und kalten Teile der nördlichen Erdhälfte bewohnt, ist doch vom fließenden Wasser ausgeschlossen, weil diesem die schräg gehaltene Schale eine zu große Angriffsfläche gewährt. Auch in der Uferzone von Seen mit starkem Wellenschlag finden wir nur die Arten mit verkürztem



Große Schlammschnecke, Limnaea stagnalis *L.* Natürliche Größe.

Gewinde aus der Gruppe der L. auricularia *L.* Diese Verhältnisse bedingen eine große Veränderlichkeit der Schale und erschweren die Unterscheidung der Arten. Junge Limnäen lassen sich in kleinen Becken, die man nicht genug durchlüftet, zu Zwergformen erziehen, so daß man schon glaubte, eine Art in die andere überführen zu können. Doch haben sich bestimmte Merkmale der Schalen als unveränderlich herausgestellt. Die kleinste Schlammschnecke, L. truncatula *Müll.*, geht oft aus den Gräben auf das Ufer hinauf und klettert an Gräsern empor, ihre kleine Mündung setzt sie am wenigsten dem Eintrocknen aus. Das hat eine böse wirtschaftliche Folge, weil sie die Jugendform des gemeinen Leberegels als Schmarotzer beherbergt, der die Leberfäule der Schafe bewirkt. Vermutlich sind diese Limnäen Ektoparasiten, die sich am Mantelrande von Planorben festsetzen und nun die Bildung der Schale von der Norm ablenken, so daß sie sich korkzieherartig in freien Windungen erhebt, eine Erscheinung, die nicht selten und dann meist an vielen Stücken desselben Gewässers zugleich auftritt.

Die Nahrung der Basommatophoren ist vielseitig. Im Aquarium sieht man sie den Algenbelag der Glaswand unter Hinterlassung charakteristischer Fraßspuren abweiden, wobei es ihnen ebensosehr auf die kleine Tierwelt ankommen mag; sie fressen wohl auch größere Wasserpflanzen. Ebenso kann aber eine große Limnaea auch ein größeres Tier, etwa einen Molch, angreifen, wie sie anderseits auch Schlamm und Sand in den Darm aufnimmt, womit ihr kräftiger Kaumagen und dessen harte Auskleidung zusammenhängt.

Die Begattung erfolgt, obwohl die Tiere Zwitter sind, nicht einseitig, sondern

gegenseitig; die eine Schnecke dient als Männchen, die andere als Weibchen. Die Geschlechtsöffnungen liegen getrennt, die weibliche ein Stück hinter der männlichen. So besteigt das als Männchen wirksame Tier die Schale des Weibchens, stülpt seinen weißen Penis heraus und senkt ihn in die weibliche Öffnung des Partners, der inzwischen ruhig weiter kriecht und frißt. Die Erregung scheint nur auf der männlichen Seite zu liegen. Diese Verhältnisse haben zweierlei auffällige Folgen gehabt. Die Trennung der Geschlechtsöffnungen ermöglicht es dem ausgestülpten Penis, in die eigene Scheide einzudringen; und so befruchtet oder, wenn man will, begattet ein in Einzelhaft aufgezogenes Basommatophor, wozu sich Limnaea stagnalis *L.* am besten eignet, sich selbst. Der andere Fall ist der: während normaler Paarung kann ein drittes Tier hinzukommen und das obere, das gerade als Männchen wirksam ist, als Weibchen benutzen. Ja, man hat Fälle gesehen, wo die Kette länger war. In einer solchen Kette verhält sich das unterste, vorderste Stück rein weiblich, das oberste rein männlich, alle Zwischenglieder nach unten männlich, nach oben weiblich. Wiewohl die Fortpflanzung im Frühjahr und Sommer am stärksten ist, dauert sie bei geeignetem Wetter wohl das ganze Jahr über. Man trifft die länglichen, durchsichtigen, wurstförmigen Laichschnüre der Limnäen überall an Fremdkörper, meist Wasserpflanzen, angeklebt. Bei Physa sind sie kürzer, bei Planorbis und Ancylus scheibenförmig. Die ovalen Eier enthalten fast ausnahmslos je einen kleinen Dotter. Die Aufzucht gelingt sehr leicht, man sieht bald den Embryo mit seinem Wimperepithel in der Schale rotieren, ein Segel wird kaum angedeutet, von einer Metamorphose kann wohl nicht die Rede sein. Die Entwickelung geschieht auf dem geradesten Wege.




Tellerschnecke, Planorbis corneus *L.* Links untergetaucht, rechts an der Oberfläche. Links ist der als Kieme dienende Mantellappen entfaltet, rechts dagegen die Lungenhöhle geöffnet. Aus H. Simroth, „Die Entstehung der Landtiere“, Leipzig 1891.

Planorbis ist im Grunde genommen der Typus einer besonderen Familie, die man, schon nach der verschiedenen Form und Größe der Schalen, in eine Anzahl von Gattungen zu zerlegen hat. Bei einigen ist die Rute mit Kalkspitzen bewehrt, ohne daß man indes einen Gebrauch als Liebespfeil beobachtet hätte.

3. Unterordnung: Stylommatophoren (Stylommatophora).

Die Stylommatophoren sind die reinen und höchstentwickelten Landformen; sie bringen den Einfluß des Landes am schärfsten zum Ausdruck, in allen Abstufungen. Die wichtigsten Punkte haben wir schon in der Übersicht vorweggenommen, so daß uns nur die Ausführung im einzelnen bleibt; und die muß sich in großen Zügen halten. Eine Gruppierung kann man nach der Sohle vornehmen, auf der sich die lokomotorischen Wellen abspielen. Entweder gehen die Wellen, bei den Holopoden, quer über die Sohle, oder sie beschränken sich, bei den Aulacopoden, auf das mittlere Drittel, das dann durch zwei Längsfurchen von den Seitenfeldern abgetrennt ist. Nicht selten tritt ein Unterschied in der Färbung hervor:

unsere Glanz- und Glasschnecken, Hyalina *Ag.* und Vitrina *Drap.*, ebenso aber auch unsere größte Nacktschnecke, Limax maximus *L.*, haben ein farbloses lokomotorisches Mittelfeld und schwarze Seitenfelder. Mit dieser Bewegungsweise ist durchweg eine Fußdrüse am Vorderende verbunden, der die Schleimspur entstammt. Dazu kommt bei manchen am Hinterende des Fußes eine Schwanzdrüse, eine flache Grube bei unseren Wegschnecken, Arion *Fér.*, zu einem Blindsack vertieft bei vielen Tropenbewohnern. Eine besondere Leistung dieser Drüse, außer mäßiger Schleimabsonderung, ist nicht bekannt. Vermutlich geht sie auf die embryonale Schwanzblase zurück, die wir nachher kennenlernen werden. Mit der Fortbewegung hat sie jedenfalls nichts zu tun. Wie genau die Ausrichtung der lokomotorischen Wellen in der Querrichtung, die die Bewegungsweise der Stylommatophoren und der Soleoliferen kennzeichnet, mit dem Landleben zusammenhängt, ergibt sich leicht aus der auffallenden Tatsache, daß die Stylommatophoren, ins Wasser gefallen, wohl infolge der Luft in der Lunge an der Oberfläche schwimmen, aber trotzdem umkommen, da sie sich nicht zu helfen wissen, mit der einzigen Ausnahme von Succinea *Drap.* Die Bernsteinschnecken, die auch freiwillig ins Wasser gehen, liefern den Beweis, daß auch ein Gastropod mit echtem Stylommatophorenfuß am Wasserspiegel hängen und gleiten kann. Wir wollen den Fall im Auge behalten.

Von der Einstülpbarkeit aller Anhänge wurde schon gesprochen. Damit hängt der Name der Gruppe zusammen. Die Augen sind auf die Spitze der oberen Fühler, Augenträger oder Ommatophoren gerückt. Dazu kommt ein zweites, kleineres Paar Fühler und als drittes die Lippenwülste oder Lippentaster, die ähnlich reich mit Nerven ausgestattet sind und bei manchen, z. B. der Raubschnecke Glandina, sich in lange Zipfel ausziehen. Auf die Ommatophoren haben wir Goethes Verse zu beziehen, die er Mephistopheles auf dem Blocksberg in den Mund legt:

„Siehst du die Schnecke dort? sie kommt herangekrochen,
Mit ihrem tastenden Gesicht
Hat sie mir schon was abgerochen!“

Wir kennen aus dieser älteren Zeit keine genialere und richtigere Auffassung. Das Auge mag viel oder wenig wert sein, wovon wir früher sprachen, es sitzt jedenfalls im Fühler in dem Endknopf, der beim Tasten vorsichtig sich bei jeder Berührung zurückzieht. Aber daß dasselbe Organ auch der Hauptsitz der Geruchswahrnehmung ist, haben erst neuere, mühselige Versuche in das rechte Licht gestellt. Zunächst ist daran festzuhalten, daß die ganze Schleimhaut des Körpers chemischer Wahrnehmung fähig ist. Sie zeigt sich äußerst empfindlich gegen Säuren und Basen, etwa Zigarrenasche, sowie gegen Kochsalz. Eine besondere Steigerung der Empfindlichkeit gegenüber gasförmigen Stoffen findet, wie wir schon sahen, an zwei Stellen statt, am Eingang zum Atemraume und in den Fühlern. Die besonderen Geruchswerkzeuge am Mantel treten bei den Stylommatophoren zurück. Mit den Fühlern hat sich am ausführlichsten Yung bei der Weinbergschnecke beschäftigt. Künstliche Riechstoffe, wie Kampfer, Kamillenextrakt, Petroleum, Benzin, Chloroform, Ammoniak wirken auffallend schwach. Über ein Maximum von etwa 4 cm Entfernung hinaus vermochte auch der stärkste keine Wirkung mehr auszuüben; am weitesten war der wirksame Abstand bei den großen Fühlern, dann folgten die kleinen Fühler, der Fußrand, die Rückenhaut. Ein Kohlblatt wurde bei 6—10 cm Entfernung noch leidlich, allein Melone bei 42 cm noch mit ziemlicher Sicherheit gewittert. Es ist wirklich schwer zu verstehen, wie eine Helix aspersa *Müll.* (s. Tafel „Weichtiere II“, 6, bei S. 478), jedesmal nach langer nächtlicher Wanderung den Weg in dieselbe Mauerlücke zurückfinden konnte, trotzdem die Schleimspuren

nach ganz verschiedenen Richtungen wiesen, oder wie ein durch eine Narbe gekennzeichneter Limax, den Haller wohl 100 m weit forttrug, schließlich an der alten Stelle wieder anlangte. Der Geschmack sitzt wohl hauptsächlich in den Lippen. Wenn Weinbergschnecken am Salat fressen, hört man ein deutliches Schnurpsen, indem ein Blattstück von der Raspel gefaßt und dann vom herabgedrückten Kiefer abgeschnitten wird.

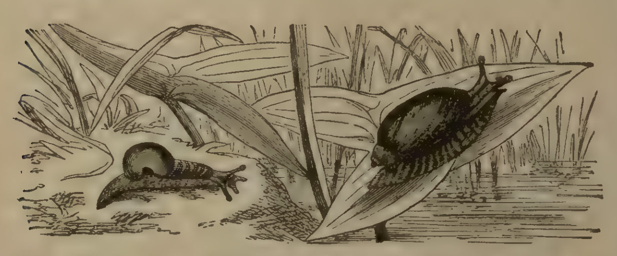
Was wir eingangs von der Runzelung der Haut sagten, gilt in erster Linie für die größeren Formen und die, welche im Trockenen hausen. Bei kleinen und feuchtigkeitsliebenden ist die Haut glatt, bis dann etwa im Gegensatz dazu beim großen Arion empiricorum *Fér.* sich lange, gekielte Leisten erheben. Daß auch diese Haut atmen kann, zeigt ein großer Limax, bei dem die Hautrunzeln langsam pulsieren und auf geringstes Anhauchen reagieren. Schärfer bewies es Künkel. Ein Limax wird unter Wasser gehalten, bis er asphyktisch und bewegungslos ist, mit geschlossenem Atemloch. Legt man ihn dann an die Luft, so beginnen allmählich die Rückenrunzeln sich zu regen und zu pulsieren, und erst weit später öffnet sich wieder die Lungenhöhle.

Das bringt uns auf das überaus wichtige Verhältnis zum Wasser. An Feuchtigkeit gewohnte Schnecken sterben sehr bald in trockener Luft. Die natürliche Anpassung bestimmt den genaueren Grad. Eine Helix lactea *Müll.* aus der Sahara kann aus mehrjährigem Trockenschlaf wieder zum Leben erwachen, ein Stück der gleichen Art von Madeira ist nach ebenso vielen Monaten tot. Eine Schnecke, die zu viel Feuchtigkeit aus ihrem Körper verloren hat, büßt ihre Bewegungsfähigkeit ein, die Muskeln bedürfen gewissermaßen der Schmiere. Ein warmer Sprühregen macht sie wieder geschmeidig. Hierbei wird das Wasser vom quellenden Schleim aufgenommen und damit in den von Schleimdrüsen durchsetzten Hautmuskelschlauch übergeführt. Ebenso trinkt oder leckt aber eine Schnecke einen Wassertropfen auf, so daß die Flüssigkeit vom Darm aus ins Blut übergeht. Bei einer Helix, die unter Wasser unförmlich aufschwillt, werden beide Wege benutzt. Die nötige Wasseraufnahme ist das erste Erfordernis zum normalen Leben. Das kann eine wunderliche Folge haben. Gibt man einer halb vertrockneten Schnecke, die lange gehungert hat, Wasser und Futter nebeneinander, so muß sie, um fressen zu können, zuerst für Wasseraufnahme sorgen. Sie wird dadurch aber so stark, daß erst wieder eine geraume Zeit vergeht, bis der Überschuß durch die Schleimdrüsenporen nach außen entfernt ist. Dann erst kann der Hunger gestillt werden. Dafür, daß bereits Luft mit höherem Feuchtigkeitsgehalt, aber ohne flüssiges Wasser, auf Schnecken wirken kann, die sich ins Haus zurückgezogen haben, fehlen genaue Beweise. Amerikanische Schneckenarten sollen sichere Wetterpropheten sein und durch ihr Herauskriechen kommenden Regen anzeigen. Bei uns nimmt Limax arborum *Bouch. Cantr.* einen Wasservorrat in die Leibeshöhle auf, der die Eingeweide ganz nach vorn drängt, so daß die Hinterhälfte durchscheinend wird. Damit erklärt sich die Lebensweise, an Felswänden und Bäumen emporzusteigen und in Ritzen und Löchern den Tag zu verbringen. Daß sich oft viele in einem Astloch zusammendrängen, hat ebenfalls die Herabsetzung der Verdunstung zum Zweck. Daß Schnecken den Sonnenschein meiden und nachts am regsten sind, liegt ebenfalls nur am Feuchtigkeitsbedürfnis.

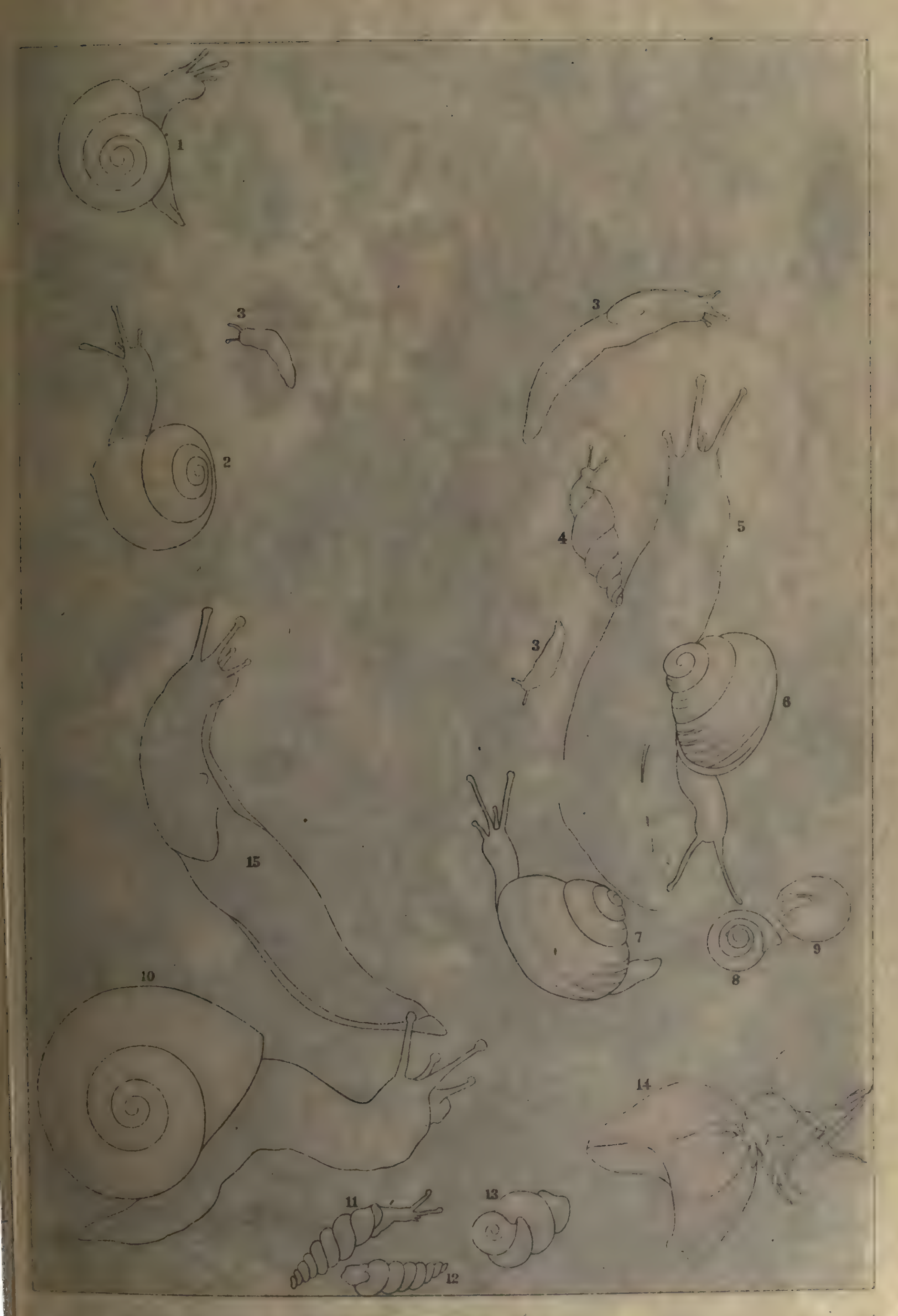
Den wichtigsten Trockenschutz liefert natürlich die Schale. Sie ist um so kräftiger, je mehr Trockenheit die Schnecke zu ertragen vermag. Daß sie zum Aufbau der Schale Kalk bedarf, ist selbstverständlich. Sie nimmt ihn teils aus den Pflanzen, teils indem sie unmittelbar Kalkgestein oder in dessen Ermangelung leere Schneckenhäuser benagt. Unsere Gartenschnirkelschnecke bekommt auf den feuchtesten Stellen des kalkarmen Erzgebirges eine viel dünnere Schale als auf Muschelkalk. Im allgemeinen sind zarte Schalen in feuchter Gegend,

die härtesten in der Wüste zu erwarten. Doch wird das Gesetz, wie überall in der Natur, abgeändert durch die Vererbung von den Ahnen her: es können auch zartschalige Formen bis zu gewissem Grade an Trockenklima gewöhnt sein. Dazu kommt, daß oft trockene und feuchte Wohnorte dicht beieinander liegen, Laub und Moos an der Wurzel eines Baumes können hygrophilen Arten passende Wohnung gewähren, während xerophile am Stamm in der Sonne sitzen. Bei Regenwetter kommen sie wohl durcheinander. Kleine Formen bevorzugen Baumstämme, da sie dort passende Schlupfwinkel finden.

Sehen wir uns die wichtigsten Schalen und zugleich ihre Bedeutung an, so finden wir bei den Vitrinen und Hyalinen dünne, glänzende Schalen; sie sind „Glas- und Glanzschnecken", die also viel Feuchtigkeit verlangen, gegen Kälte aber vielfach abgehärtet sind, oft in den Wintermonaten rege und bis an den Gletscherrand vordringend, bei uns durchweg an den Boden gebunden, im tropisch feuchten Urwald jedoch häufig als Baumschnecken. Das ungeheure Heer der Heliciden oder Schnirkelschnecken hat nicht selten flachgedrückte, doch auch verlängerte, ja turmförmige Schalen, in der Größe außerordentlich schwankend; manche sind mit Haaren dicht besetzt, andere glatt, weit oder eng genabelt. Die behaarten scheinen an eine mäßige Feuchtigkeit gebunden. Eine flachgedrückte, rings gekielte Form, wie Chilotrema lapicida *L.*, erweist sich als Felsenschnecke, die in Ritzen Unterschlupf findet. Die höchste Entwickelung erreichen sie bei uns und in den Mittelmeerländern, bis in die Sahara hinein, dort natürlich mit dickster Schale. Die Bernsteinschnecken, Succinea *Drap.*, sind mit ihrer dünnen, glatten, zugespitzten Schale an die Nähe des Wassers gebunden, nur die kleinste und schlankste, die S. oblonga *Drap.*, mit der engsten Mündung, vermag sich von ihm zu entfernen und mit Helix (Fruticicola) hispida *L.* (oder terrena, wie der fossile Vorläufer heißt) an kurzrasigen Abhängen zu gedeihen in Gesellschaft mancher Pupiden, namentlich Pupa muscorum *Müll.*, der kleinen Moosschraube. Ihre abgestorbenen Gehäuse überschüttet der Wind mit Staub, der vom Rasen aufgefangen wird, während die Nachkommen oberflächlich weiter leben. So kann der Geolog an ihnen äolische Lößbildung erkennen. Die vielen Pupiden mit ihren wechselnden, bald durchscheinend glatten, bald kalkig weißen, bald bräunlich gerippten Schälchen geben allein schon in dieser Hinsicht die verschiedensten Fingerzeige. Etwas größer, sonst ähnlich, sind die Buliminiden. Die Achatinen, bei uns durch die kleine Cochlicopa lubrica *Müll.* vertreten, sind an feuchten Aufenthalt am Boden gebunden; in den Boden dringt die augenlose Caecilioides acicula *Müll.* mit geradezu nadelschlankem Schälchen. In den Mittelmeerländern kommen größere Formen dazu mit turmförmiger Schale, in Meeresnähe überall Stenogyra decollata *L.*, die ihren Eingeweidesack aus der Spitze des überschlanken Gehäuses allmählich herauszieht und den leeren Raum durch eine Querscheidewand abschließt, bis die Spitze schließlich abbricht. Der Vorgang wiederholt sich von Zeit zu Zeit. In Afrika, als ihrem eigentlichen Wohnkreis, erreichen die echten Achatinen (s. Tafel „Weichtiere II", 3, bei S. 478) den größten Leibesumfang von allen Pulmonaten, so daß wohl Neger ein herausgeschnittenes Schalenstück als kokettes Mützchen auf ihre schwarze Perücke drücken.



Links: Durchsichtige Glasschnecke, Vitrina pellucida *Müll.* — Rechts: Bernsteinschnecke, Succinea putris *L.* Natürliche Größe.

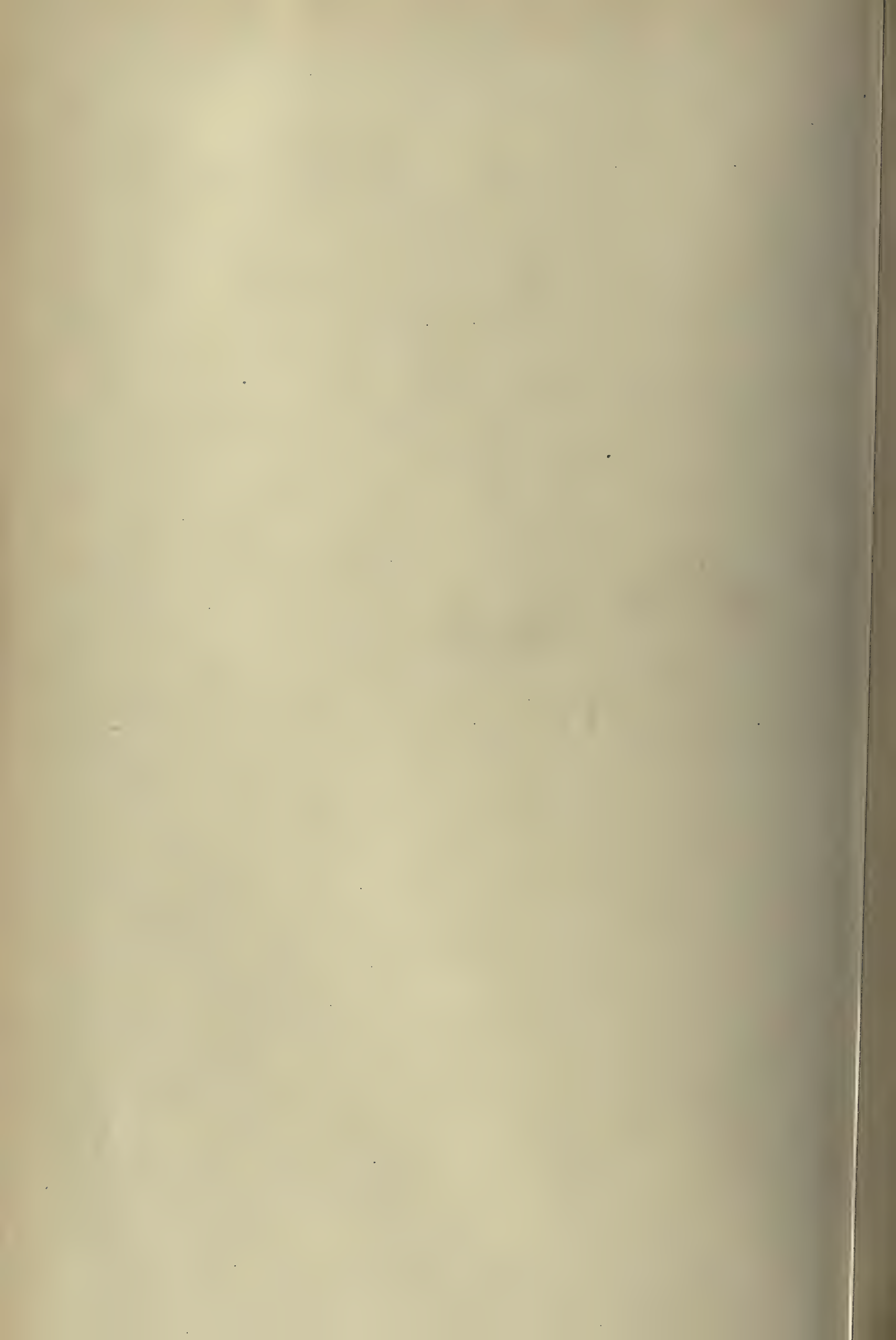


1. Rote } Varietät von Helix (Tachea) hortensis *Müll.*
2. Gelbe }
3. Ackerschnecke, Limax agrestis *L.*
4. Buliminus montanus *Drap.*
5. Limax maximus *L.*
6. } Hainschnirkelschnecke, Helix (Tachea) nemoralis *L.*
7. }
8. } Helix personata *Lam.*
9. }
10. Weinbergschnecke, Helix pomatia *L.*
11. } Schließmundschnecke, Clausilia (Pyrostoma) ventricosa *Penn.*
12. }
13. Kreismundschnecke, Cyclostoma elegans *Drap.*
14. Rote } Varietät der Großen Wegschnecke. Arion empiricorum *Fér.*
15. Schwarze }



Landſchnecken.

Natürl. Größe.



Turmförmige Schnecken, wie Stenogyra *Shuttl.*, finden wir in den Tropen, namentlich der Neuen Welt, in großem Reichtum und in einer ganzen Reihe von Gattungen. Ihre höchste Steigerung erreichen sie aber in den auch bei uns gut vertretenen Schließmundschnecken oder Clausilien. Clausilia-Arten gibt es weit über 1000, in viele Gruppen gespalten. Die altertümlichste, Apostrophia *Ehrm.*, haust in Südostasien und im tropischen Südamerika: einige Formen auf Madeira und in den Pyrenäen sind als Relikte zu betrachten. Außerordentlich reich ist die Fauna entwickelt in Dalmatien, auch in Siebenbürgen, dann wieder in Ostasien, zumal Japan. Die Clausilienschale verschmälert sich wieder gegen die Mündung und wird spindelförmig. Dabei sehen wir in der Mündung allerlei Falten und Leisten auftreten, zunächst regelrechte Spindelfalten wie bei den Voluten unter den Vorder-



Maurische Achatschnecke, Achatina mauritiana *Lam.* Natürliche Größe.

iemern, dann aber auch hinter der Außenlippe Gaumen-, Mundfalten usw. Man betrachtet iese Vorsprünge meist als Mündungsverengerungen zum Trockenschutz. Ganz besonders ber ein überzähliges Schalstück, das Schließknöchelchen oder Clausilium, eine kleine, längiche Platte, deren federnder Stiel mit der Spindel verwachsen ist, soll einen derartigen Zweck haben. Das Knöchelchen ist äußerst geschickt angebracht, von der herausgehenden Schnecke wird es zwischen zwei Spindelfalten zurückgedrückt, in die es genau hineinpaßt. Wenn die Schnecke sich einzieht, springt es vermöge der Elastizität des Stieles sogleich wieder vor und verschließt die Mündung, also anscheinend ein ausgezeichneter Schutz. Und doch hat K. v. Kimakowicz neuerdings gezeigt, daß es damit sowie mit den Falten vermutlich eine ndere Bewandtnis hat. Die Clausilie, die in der Trockenheit am Felsen sitzt, hat ihre Mündung bereits so fest angelegt und durch erhärteten Schleim so dicht verschlossen, daß sie keines eiteren Trockenschutzes bedarf. Wie wir früher erwähnten, kann beim Heranwachsen des ieres, namentlich bei raschem Anschwellen der Genitalien, der Eingeweidesack übermäßig hwer werden und wird zumal bei der Haltung an senkrechter Fläche stark nach unten ziehen, daß sich der letzte Umgang vom übrigen Gewinde loslöst und in die Länge dehnt: damit t eine Verengerung verbunden, die wiederum den Mantel zu allerlei Faltenbildungen

zwingt; innerhalb dieser häutigen Falten entstehen die genannten Kalkleisten, die man eben
falls als Falten anführt, und zwar entsteht in einer besonders hohen Falte das Clausilium
das nach dem Inneren zu, wo die Falte entsprechend niedriger wird, als Stiel mit de
Spindel verschmilzt. Seine Bedeutung aber ist die, daß es der Schnecke ermöglicht, di
Schale schräg abstehend zu tragen, etwa als wenn man ein straff geschnürtes Bündel übe
der Schulter trüge und es durch einen kurzen eingesteckten Stock verhinderte, belästigen
auf den Rücken hinunterzusinken. Es mag sein, daß die meisten Mündungsfalten in ähn
licher Weise mechanisch zu erklären sind. Einen eigenartigen Deckel müssen wir aber zur
Schluß hier noch erwähnen bei der kleinen Thyrophorella *Grff.* von den Prinzeninseln
Hier ragt die Außenlippe der hyalinenähnlichen Schale zungenförmig vor, und diese Zung
ist durch einen Querbruch abgegliedert und kann auf die Mündung herabgeschlagen werden

Der Trockenschlaf der Schnecken ist noch wenig untersucht, um so ausführlich
der Winterschlaf namentlich unserer Weinbergschnecke. Die Vorbereitung dazu besteht i
Graben eines Erdloches, in das die Schale, mit der Mündung nach oben, hineinpaßt. De
Fuß wird als Bohrstempel benutzt, indem er in heftigen Kriechbewegungen auf den Bode
drückt. Ist das Erdreich zu hart, dann legt sich die Schnecke, nach Kimakowiczs Schilderun
auf den Rücken und macht die gleichen Kriechbewegungen gewissermaßen in der Luft. Da
durch wird das Laub der Umgebung über die Sohle geschoben, wie in umgekehrter La
beim Kriechen die Sohle über das Laub, und die Schnecke erhält ihre Schutzdecke. N
zieht sie sich ins Haus zurück, und der Mantelrand scheidet den kalkhaltigen Winterdeck
das Epiphragma, ab (s. Tafel „Weichtiere II", 4, bei S. 478). Bei weiterem Zusamme
schrumpfen folgt eine zweite Scheidewand, aber nur aus erhärtetem Schleim, mit fe
durchbrochener Kalkeinlagerung, dem Fenster, an der Stelle des Atemloches; weite
können folgen. Der Stoffwechsel erlischt nie völlig; das Herz, dessen Schläge für g
wöhnlich an Schnelligkeit unserem Pulse gleichkommen, schlägt immer langsamer, je kält
es wird; es kann wohl schließlich nur noch ein Schlag in der Minute erfolgen. Aber d
Harnaufspeicherung in der Niere nimmt zu und ebenso das Nierenepithel. Beim Erwach
im Frühjahr wird zunächst wieder Luft in die Lunge aufgenommen, ein Vorgang, der üb
haupt bei jedem Herauskommen aus der Schale von größter Bedeutung ist; dann w
der Winterdeckel abgestoßen.

So bei den Gehäuseschnecken. Nacktschnecken entstehen durchweg durch Übergreif
und Verwachsen der Mantelränder über der Schale. Bei uns wird es wenigstens angedeu
bei den kleinen Glasschnecken, die einen Mantellappen rechts auf die Schale hinausleg
(Abb., S. 474). Den Übergang bilden viele Stylommatophoren der Tropen, namentlich i
malaiischen Inselwelt. Man könnte sie Halbnacktschnecken nennen, insofern sie noch eine
wundene Schale haben, die den Eingeweidesack einschließt und über den Rücken hervorra
aber vom Mantel mehr oder weniger umschlossen ist. Einen Übergang zu den eigentlic
Nacktschnecken bildet die kräftige Parmacella *Cuv.*, bei der das kurze Gewinde noch ei
Leberlappen enthält, während eine flache Platte nach Art eines Mützenschirms sich anschlie
Die Parmacellen hausen wieder im Bogen von den Kanaren über Südportugal, Südfra
reich, Nordafrika, Mesopotamien, Transkaukasien, Persien, Afghanistan bis Nordindien.
Lücke in der Mitte wird geschlossen durch das fossile Vorkommen im baltischen Bernst
Die Vollendung zur Nacktschnecke hängt nun wohl damit zusammen, daß die Tiere, de
der Schalenschutz fehlt, gezwungen werden, sich in Ritzen zu verbergen, schließlich im Bo
wie unsere Ackerschnecken. Dadurch wird der Eingeweidesack in den Fuß herabgedrückt,

Hergang, für den alle möglichen Übergänge vorhanden sind. Denn die Nacktschnecken umfassen vielleicht unter ihren gleichförmigen Umrissen eine ebenso große und noch dazu vielfach weit abweichende Fülle morphologischer Verschiedenheiten wie die beschalten. Wir wollen nur die auffälligste ausländische Familie herausgreifen und dann einen Blick auf die einheimischen werfen.

Die Janelliden sind schon durch ihre Beschränkung auf einen altertümlichen Erdenfleck ausgezeichnet, von Neuguinea über die Inseln des alten Kontinentalrandes nach Ostaustralien und Neuseeland. Das Merkwürdige ist das scheinbar völlige Fehlen eines Mantelschildes. Das kommt in Wahrheit daher, daß die Decke der Schalentasche mit deren Boden verwachsen ist. Dadurch wird die Schale, als einzelne Platte oder in verschiedene Stücke zerfallen, eng in der verstreichenden Rückenhaut eingekapselt. Diese Neigung, die Mantelorgane gegen



Rote Wegschnecke, Arion empiricorum *Fér.* Natürliche Größe.

die Rückenhaut zu drängen, hat eine eigene Folge für die Lunge. Ihr Hohlraum wird eng, und die von der Decke vorspringenden Gefäße berühren den Boden und verwachsen mit ihm. So entstehen lauter Röhren, die nach dem vom Atemloch kommenden Atemgang zusammenstrahlen. Plate, der diese Verhältnisse am genauesten untersuchte, wollte deshalb diese Familie als Tracheopulmonaten, mit einer Röhrenlunge, allen übrigen Lungenschnecken oder Vasopulmonaten, mit einer Gefäßlunge, gegenüberstellen.

Wir haben in Mitteleuropa die beiden Familien der Arioniden oder Wegschnecken und der Limaciden oder Egelschnecken. Die inneren Unterschiede, auf die wir uns nicht einlassen wollen, sind ziemlich bedeutend, äußerlich unterscheidet man sie daran, daß bei Arion *Fér.* das Atemloch vor, bei Limax *L.* hinter der Mitte des Mantelschildes liegt. Der flachen Schwanzdrüse von Arion wurde bereits (S. 472) gedacht. Statt dessen ist bei Limax der Rücken hinten gekielt, bei der selteneren Amalia *M.-T.*, deren Entwickelungszentrum in den Mittelmeerländern liegt, in ganzer Länge bis zum Mantel.

Viele Nacktschnecken fallen in erster Linie durch ihr buntes Kleid auf, worin sie unsere Gehäuseschnecken meist übertreffen. Die Verteilung der Farben scheint aber gleichen Gesetzen zu folgen. Wie wir an unseren großen Schnirkelschnecken auf der Schale fünf dunkle Bänder wahrnehmen, die sich bei manchen in Flecke auf lösen, so tragen die Nacktschnecken meist zuerst jederseits auf Mantel und Rücken eine Längsbinde, die sich beim großen Limax

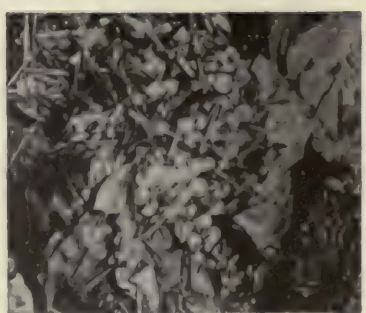
maximus *L.* und anderen mehren und in Flecke auflösen kann, nur daß die Umfärbung während des Lebens eine viel stärkere ist. Zu dem dunklen Pigment kommt Rot und Gelb, und diese können in Farbdrüsen nach außen treten und sich dem Schleim beimischen. Arion empiricorum *Fér.* (s. die Abbildung, S. 477, und Tafel „Weichtiere II", 1 und 2), beim Ausschlüpfen aus dem Ei blaßgelb mit violettem Kopf, wird nachher entweder rot oder braun oder schwarz, je nachdem er mehr in der Wärme oder in der Kälte heranwächst, wobei wieder die Wärme in derselben Gegend zumeist mit Trockenheit, die Kälte mit Feuchtigkeit zusammenfällt. Künkel zeigte neuerdings, daß Humussäuren, mit dem Trinkwasser aufgenommen, Dunkelung erzeugen. Dabei scheint es so, als ob der rote Schleim zugleich erhaltend wirkte; denn die roten Stücke werden von fleischgierigen Tieren, wie Hühnern, verschmäht.

Als Nahrung dienen meist Pflanzen, grüne Blätter. Man kennt ja die Schädigungen, welche die Ackerschnecken unseren Gärten zufügen können. Stahl hat ausführlich die Schutzmittel behandelt, welche die Pflanzen gegen Schneckenfraß aufwenden sollen, Bitterstoffe, ätherische Öle, Raphiden von oxalsaurem Kalk, verkieselte Zellwände u. dgl. m. Trotzdem darf solches Pflanzenfressen nur als sekundärer Zustand gelten. Die Stylommatophoren suchen ursprünglich das Eiweiß in reiner Form auf, ohne den Schutz der Zellulosemembran der pflanzlichen Oberhaut. Sie fressen Algen, Flechten, Pilze, Moder, Tierleichen. Die Clausilien weiden den Flechtenüberzug der Felsen und Baumrinden ab, die meisten kleinen Formen leben von Moder und Humus, Pilze sind bei vielen beliebt, vor allen Dingen bei den Limaziden. Künkel zog Limax maximus vom Ei an auf bei Salatfütterung, trotzdem hat auch er nie einen jungen im Freien gefunden, der nicht an Pilzen gesessen hätte. Limax tenellus *Nilss.* findet sich nur an Pilzfrüchten; er stirbt, nachdem er im Spätherbst seine Eier abgelegt hat. Die Jungen leben nur versteckt an Pilzmyzel, und erst die mindestens halbwüchsigen kommen wieder mit den Pilzfrüchten zum Vorschein. Hier ist auch der Grund zu suchen, warum gerade so viele Schnecken sich so gern unter der Rinde alter Baumstümpfe aufhalten: gleichmäßige Feuchtigkeit und das überreiche Pilzmyzel, von dem das Kambium aufgearbeitet wird, locken sie an. Moder erfordert immer Feuchtigkeit. Wüstenschnecken gedeihen üppig beim Wüstensand als Nahrung, denn in den tauigen Nachtstunden, wo sie rege sind, wachsen auch die Algen, Protococcus und andere. Unsere Amalia marginata *Drap.*, die man leicht mit Salat erhalten kann, stellt im Moder hauptsächlich den Eiern anderer Schnecken nach. Wir wollen die Beispiele nicht häufen, sondern nur darauf hinweisen, daß die meisten Gehäuseschnecken an grünen Pflanzen zunächst den von Rostpilzen erzeugten Flecken nachgehen. Die Nadeln der Koniferen sind gegen Schneckenfraß geschützt; trotzdem beherbergt der Nadelwald seine Clausilien und Limaziden der Pilze und Flechten wegen. Der grüne Algenüberzug an glatten Baumrinden zeigt oft genug die Fraßspuren der Schnekken, und einige ausländische Schnirkelschnecken haben zu solchem Zwecke ein Paar große, stumpfe Seitenzähne in der Radula; man könnte sie daher mit Docoglossen vergleichen.

Diesen Alles- oder Pflanzenfressern stehen scharf die Raublungenschnecken gegenüber mit der ptenoglossen Radula oder, wie man's bei ihnen nennt, mit dem Testazellidengebiß. Es ist eine lange Reihe, und sie nähren sich sämtlich nur von zwei Tiergruppen: entweder von anderen Schnecken oder von Regenwürmern, jedenfalls eine uralte Beziehung. Da sie die Würmer ganz, und zwar langsam hinterwürgen, so daß der im Magen befindliche Teil bereits verdaut ist, während das oder die Enden noch weit aus dem Munde herausragen, so fällt meist der hindernde Kiefer weg. Da ist es nun höchst



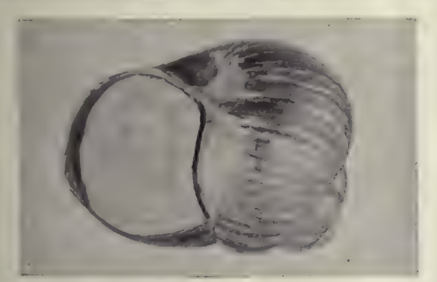
1. Gemeine Wegschnecke, Arion empiricorum *Fér.*
Nat. Gr. S. 478. — W. B. Johnson-Butarn phot.



2. Gelege der Gemeinen Wegschnecke, Arion empiricorum *Fér.* Nat. Gr. — A. Cerny-Wien phot.



3. Große Achatschnecke, Achatina fulva *Brug.*, mit Ei. Nat. Gr. S. 474 u. 482. — W. S. Berridge, F. Z. S.-London phot.



4. Weinbergschnecke, Helix pomatia *L.*, mit Winterdeckel.
Nat. Gr. S. 476. — H. Main-London phot.



6. Helix aspersa *Müll.*
Nat. Gr. S. 472. — H. Main-London phot.



5. Weinbergschnecke, Helix pomatia *L.*, beim Vorspiel zur Paarung.
Etwas verkl. S. 479. — Dr. M. Sack-Badenweiler phot.

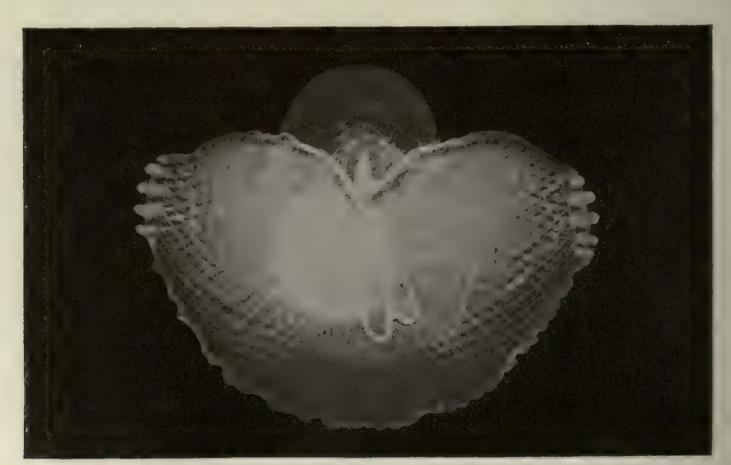


7. Cymbulia peroni *Blv.*, von oben gesehen. Verkl. S. 503.
Nach dem „46. Bericht der Senckenbergischen Naturforsch. Ges. in Frankfurt a. M.“, 1916.





8 und 9. Kerbenmaul, Tethys fimbriata *L.*, schwimmend. Verkl. S. 497. — Dr. Th. Krumbach-Rovigno phot.



10. Gleba cordata *Forsk.*, von oben gesehen. Annähernd nat. Gr. S. 503.
Nach dem „46. Bericht der Senckenbergischen Naturforsch. Ges. in Frankfurt a. M.“, 1916.

bemerkenswert, daß die Raublungenschnecken untereinander so verschieden sind wie die übrigen Stylommatophoren, die sie gewissermaßen wiederholen, und unter die sie von Systematikern verteilt wurden, ehe man die Radula untersuchte. In Südafrika gibt es solche, die man als große Heliciden betrachten würde, ähnlich in Australien und Neuseeland. Andere gleichen den Pupiden, wieder andere den Hyalinen; die ziemlich großen Glandinen mit ihrer länglichen Schale tauchen zerstreut im Mittelmeergebiet auf, bis über Triest hinaus, und dann wieder in einem zusammenhängenden Gebiet von Mittelamerika bis Nordbrasilien; im Kaukasus, auf den Azoren gibt es ganze Reihen von nackten Raublungenschnecken; selbst unter den Soleoliferen haben wir die Atopiden als solche kennengelernt. Man kann nun selbstverständlich nicht daran denken, daß wir zwei reiche parallele Schöpfungen von Stylommatophoren vor uns hätten, die unabhängig voneinander entstanden wären. Der Tatbestand erklärt sich viel einfacher: es entwickelte sich nur ein System zu den verschiedenen Familien. Jede Familie begann mit Allesfressern, nicht mit Pflanzenfressern. Daraus hat sich bei jeder wieder eine fleischfressende Gruppe abgezweigt. Das läßt sich noch verfolgen bei den einheimischen Vertretern, den eigentlichen Testazelliden, bei Testacella *Cuv.* (von der Westgrenze des Deutschen Reiches an), und auf deutschem Boden bei der etwa halb so großen Daudebardia *Hartm.* In der Jugend gleicht sie einer kleinen Hyalina *Schum.* und kann sich noch beinahe ins Gehäuse zurückziehen. Dann aber nimmt der Schlundkopf, das Organ des Fressens, gewaltig zu, so daß sich der Vorderkörper streckt und verdickt, bis endlich das erweiterte Schälchen noch als eine Art überflüssiges Anhängsel auf dem Hinterende sitzt und bei dem Hinabsteigen in Wurmröhren sich nicht mehr hemmend in den Weg stellt, ein seltenes Beispiel gewissermaßen vom Übergang einer Gattung in die andere während der individuellen Entwickelung.



Testacella haliotidea *Drap.* Natürliche Größe.

Das bringt uns auf die Fortpflanzung. Erwähnt wurde schon, daß sie sich bei den Landpulmonaten zu einem dramatischen Vorgang steigert, der bei allen Wasserschnecken zu fehlen scheint. Verfolgen wir ihn zunächst an dem Beispiele der Weinbergschnecke, Helix pomatia *L.*, die Meisenheimer genau beobachtet hat. Eine begattungslustige Schnecke ist in ihrem äußeren Benehmen unschwer aus ihren Genossen heraus zu erkennen. Sie kriecht langsam, wie suchend, umher, hält oft auf ihrem Wege an und verharrt dann längere Zeit mit etwas erhobenem Vorderkörper in halb zusammengekauerter Stellung. Treffen sich zwei solcher Schnecken zufällig, so beginnen sie sofort mit dem die Begattung einleitenden Liebesspiel. Sie richten sich zunächst hoch aneinander empor und nehmen damit die charakteristische gegenseitige Stellung ein, welche sie während des ganzen Vorganges beibehalten (s. Tafel „Weichtiere II", 5, bei S. 478). Der ganze Organismus verrät allenthalben eine hochgradige Erregung. Dieses Vorspiel dauert indessen nur kurze Zeit, die Schnecken sinken bald wieder zusammen und nehmen nun eine eigentümliche zusammengekauerte Haltung

ein. Diese Ruhepause dauert eine Viertel- bis eine halbe Stunde. Eine zweite Phase des Liebesspiels wird eingeleitet durch lebhaftes Aufrichten beider Schnecken und erneutes Hin- und Herwiegen der Körper usw. Sie endet zuweilen erst nach längerer Zeit (zwei Stunden) damit, daß die stärker erregte Schnecke ihren Liebespfeil in den Körper ihres Partners stößt, meist in die Ränder der Fußsohle oder in diese selbst. Das getroffene Tier zuckt vor Schmerz zusammen, wird dadurch nun aber auch seinerseits geschlechtlich stark erregt. Nach kurzer Ruhepause und einigen einleitenden Manipulationen beginnt jetzt die eigentliche Begattung. Diese erfolgt wechselseitig, d. h. jedes der beiden Tiere ist Männchen und Weibchen zugleich. Bei der Weinbergschnecke dauert die Kopula selbst nur wenige Minuten, bei anderen Arten bis zu einer Stunde und mehr. Danach vergeht aber noch viel Zeit, bis die Spermatophoren der völlig apathisch gewordenen Tiere vollends ausgetauscht sind. Erst nach der nun folgenden Pause kriechen sie auseinander. Aber auch dann noch laufen ununterbrochen energische Wellenbewegungen die Fußfläche entlang; sie können nur dazu dienen, die Weiterbeförderung der Samenpakete im Körper zu erleichtern, indem sie den von der Muskulatur des Spermabehälters ausgeübten Druck unterstützen.

Während aller dieser Vorgänge, vom Beginn des Liebesspiels bis zum Ende des Begattungsaktes, weisen die Schnecken eine überaus große Teilnahmlosigkeit gegen ihre Umgebung auf. Man kann sie dabei aufheben und zur Beobachtung an einem anderen Ort niedersetzen, man kann sie aus Dunkelheit dem grellsten Licht aussetzen, alles dies stört sie in keiner Weise.

Wir wollen dieser kurzen Schilderung nun noch einige ergänzende Bemerkungen anschließen. Im Ausstoßen von Liebespfeilen ist, wie es scheint, lediglich bei uns in Europa eine höchste Steigerung erreicht. Es gibt genug Formen ohne Liebespfeile, z. B. die große Gruppe der Patuliden, d. h. der kleinen Schnirkelschnecken, die, auch bei uns vertreten, ihre Hauptentwickelung auf der südlichen Hemisphäre haben. Auffallenderweise haben sämtliche Raublungenschnecken diese Reizorgane eingebüßt, denn daß die meisten von ihnen solche gehabt haben, geht aus ihrer Zugehörigkeit zu den verschiedenen Familien hervor (s. S. 479). Wo sonst solche Reizwerkzeuge vorkommen, werden sie vorgestoßen und wieder zurückgezogen. Das Höchste in dieser Hinsicht wird von afrikanischen Nacktschnecken geleistet, die Simroth wegen des Borstenüberzuges ihrer Pfeile Trichotoxon taufte; sie haben deren mehrere, ja bis zu einem Dutzend; die Gesamtlänge der Pfeile betrug bei einem Stück 42 cm! Unsere Ackerschnecken, Limax agrestis *L.*, haben einen fleischigen Reizkörper, mit dem sie sich gegenseitig im Vorspiel den Rücken betasten und drücken. Anadenus *Heynem.*, eine Gattung großer indischer Arioniden, hat im Geschlechtsatrium einen breiten, fleischigen Lappen, der mit Reihen scharfer Dornen bewehrt ist und wie eine Striegel gebraucht werden dürfte. Unsere einheimischen Arion-Arten haben so wenig Reizorgane wie unsere großen Limax. Gleichwohl bedürfen sie des Vorspiels zur gegenseitigen Anregung, namentlich um die Muskelspannung in der Umgebung der Genitalöffnung so umzustimmen, daß auf allgemeinen Hautdruck nicht, wie gewöhnlich, die Fühler, sondern die Begattungswerkzeuge durch das Blut vorgetrieben und ausgestülpt werden. Hier tritt allein die Radula ein, mit der sie sich gegenseitig heftig belecken. Bei den großen Arten wird das so stark, daß von dem erweiterten vorderen Mantelrand, der sich über den Kopf weglegt, rechts über der Zwitteröffnung große Stücke weggeschabt werden, wie es auch bei Vaginuliden vorkommt, d. h. überall bei Landnacktschnecken. Bei Limax maximus wird die Begattung nachts vollzogen, indem die Tiere von einem Felsen oder

Zweig herunterhängen; sie umwinden sich gegenseitig, und eine gleiche Schraube bilden die körperlangen Ruten, allerdings durch die Last des Blutes mannigfach ausgesackt (s. Tafel „Weichtiere III“, 1—4, bei S. 544). Der allgemein gesteigerte Muskeldruck in der Haut veranlaßt eine heftige Schleimabsonderung aus den Hautdrüsen, und bei den oberitalienischen Formen, deren roten Farbstoff wir bereits kennen, wird auch das rote Exkret dem sonst blassen Schleim beigemischt, so daß man sofort innerhalb einer allgemeinen Schleimspur die Vereinigungsstelle erkennt. Die Schleimabsonderung kann so stark werden, daß die gepaarten Tiere an einem Schleimseil gewissermaßen frei in der Luft hängen, wie ja auch sonst die Ackerschnecken auf plötzlichen Lichtreiz, z. B. auch beim ersten Strahl der Morgensonne, sich am Schleim rasch zu Boden lassen, „Faden spinnen“, wie man sagt.

Bei diesen unseren Nacktschnecken hat Künkel den überraschenden Beweis geliefert, daß im Grunde genommen die ganze Szene und der damit verbundene Kraftaufwand überflüssig sind. Die Tiere können sich durchweg, auch wenn sie ihr ganzes Leben lang einzeln bleiben, ebenso reichlich vermehren, infolge innerer Selbstbefruchtung. Man hat sich oft gewundert, daß Samenfäden und Eier sich nicht vereinigen, obwohl sie aus der Zwitterdrüse durch denselben Zwittergang entleert werden, oft genug gleichzeitig, wenn auch der Same früher reifen mag. Jetzt ist das Rätsel gelöst. Der Same erlangt erst seine volle Wirksamkeit in der neben der Geschlechtsöffnung gelegenen Befruchtungstasche, in die er bei der Begattung vom Penis des Partners gebracht wird. Hierhin kommt er nun bei der Selbstbefruchtung gleichfalls. Dieser Nachweis ist von höchster Bedeutung für das schwierigste Problem der organischen Welt, die Vererbung. Jetzt sind wir imstande, sogenannte reine Linien zu erhalten, mit denen wir weiter experimentieren können. Von dem bunten Farbenkleid des Limax maximus haben wir gesprochen, einfarbig weiß, schwarz, grau, auch mit gelbem oder rotem Grundton, dazu Zeichnungen, dunkle Längsbinden in wechselnder Zahl, oder diese in Flecken aufgelöst, eine übergroße Mannigfaltigkeit. Wenn wir nun mit Künkel ein geflecktes Stück etwa in Einzelhaft großziehen, so erhalten wir von ihm unter Umständen ganz verschiedene Nachkommen, weiße, schwarze, gestreifte, gefleckte, je nachdem das Eltertier diese Merkmale von seinen beiden Eltern ererbt hatte. Ziehen wir aber diese Jungen wieder einzeln auf bis zur Fortpflanzung, so verhält sich die Nachkommenschaft ganz anders, von den weißen erhalten wir nur weiße, von den schwarzen nur schwarze, von den gestreiften nur gestreifte usw. Jetzt haben wir reine Linien, und diese Tiere können wir nunmehr zu Kreuzungsversuchen verwenden, um zu prüfen, wie sich dabei die einzelnen Merkmale vererben und kombinieren, wovon noch wenig genug bekannt ist. Von der Weinbergschnecke z. B. hat es bisher nicht gelingen wollen, linksgewundene Nachkommen zu erhalten, auch wenn beide Eltern zu den linksgewundenen gehörten. Gleichwohl muß es der Natur gelegentlich doch gelingen, denn unter den linksgewundenen Clausilien z. B. gibt es Arten, die rechtsgewundene Lokalrassen aufweisen. Übrigens sind die Versuche mühsam und zeitraubend genug. Ein Limax maximus wird binnen Jahresfrist noch nicht fortpflanzungsfähig. Künkel hat das Lebensalter von einer Anzahl durch Versuche festgestellt. Die Ackerschnecken erreichen noch nicht ein Jahr, der große Arion empiricorum 1 Jahr, Limax maximus 2—3 Jahre, große Helix noch mehr, sie pflanzen sich mehrere Jahre hintereinander fort, mit abnehmender Zeugungskraft, bis die Zwitterdrüse erschöpft ist und der Tod eintritt.

Doch wieder zurück zum Anfang des Lebens! Da ist zunächst noch einer überraschenden Tatsache zu gedenken, die neuerdings Rieper bei den Bernsteinschnecken gefunden hat. Die Tiere begatten sich scheinbar gegenseitig, aber nur eins, das ältere, wird befruchtet.

Die Succineen sind nämlich protandrisch. Bei der männlichen Reife sucht sich die Schnecke einen Partner, ein reifes Weibchen, also ein älteres Tier. Dieses läßt sich wohl zur Kopula bereit finden und verwendet auch seine Rute, wie es sie vorher verwandt hatte, aber nicht zur Übertragung des nicht mehr vorhandenen Samens, sondern nur zur Befestigung. Und noch eins! Bei unserer kleinsten Egelschnecke, Limax laevis *Müll.*, kommen bisweilen jüngere Stücke vor, die der Rute entbehren. Das ist bei der weitverbreiteten Art in den Tropen, Brasilien, Westindien usw., zur Regel geworden; hier erfolgt die Vermehrung nur noch durch Selbstbefruchtung.

Zur Entwickelung werden die **Eier** abgelegt, soweit die Arten nicht lebendiggebärend sind, was in sehr vielen Gattungen vorkommt. Am sorgsamsten bringt wohl die Weinbergschnecke die Eier unter. Sie gräbt eine Höhlung in die Erde, ähnlich wie beim Winterschlaf, doch führt ein engerer, trichterförmiger Zugang hinein; durch den streckt die Schnecke den Vorderleib und läßt Ei auf Ei hinabfallen (s. die nebenstehende Abbildung). Dann wird die Öffnung geschlossen. Ähnlich machen es die meisten größeren Schnirkelschnecken. Sonst wird nur eine feuchte Stelle im Moos, unter Laub, im Mulm ausgesucht. Doch kommt es auch in feuchten Tropengegenden vor, daß Baumschnecken oben im Laub ihr Gelege unterbringen, indem sie zwei Blätter mit Hilfe des Fußes zusammenbiegen und durch Schleim verkleben (Abb., S. 483). Eine kleine südliche Schnirkelschnecke treibt eine Art Brutpflege, indem sie die Eier in dem Nabel der eigenen Schale birgt. Die Eier sind meist rund, seltener oval (s. Tafel „Weichtiere I", 11, bei S. 425). Die Anzahl steht etwa im umgekehrten Verhältnis zu ihrer Größe. Manche Achatschnecken legen wenige Eier von Taubeneigröße (s. Tafel „Weichtiere II", 3, bei S. 478). Diese haben dann eine harte Kalkschale. Hier gibt es alle Übergänge bis zur durchsichtigen Eischale bei besonders feuchtigkeitsbedürftigen Arten. Selten sind die Eier durch einen Schleimfaden zu einer Schnur verbunden, so unter anderen bei Succinea, die sogar die bei hohem Wasserstand untergetauchten Eier durch quellenden Schleim zu einem Laichband umformt.



Eiablage von Helix pomatia *L.* Aus Meisenheimer, „Weinbergschnecke".

Der **Embryo** läßt kaum Spuren eines Segels erkennen. Dagegen hat er als Sondererwerbung die Podozyste, Schwanz- oder Fußblase, einen Anhang am Hinterende, dünnwandig, von Muskelfasern durchzogen. Er treibt das Blut pulsierend durch den Körper, so daß sich der Gegenpol vorn zu einer Kopf- oder Nackenblase aufbläht. Beide Organe verleihen dem Embryo ein merkwürdiges Aussehen, da sie oft bei weitem den größten Teil des Körpers ausmachen (s. die Abbildung, S. 484). Bei den größeren Gehäuseschnecken schlägt sich die Podozyste weit über die Schale hinauf, legt sich der Eischale an und vermittelt die Atmung. Beim Ausschlüpfen ist das Organ verschwunden. Es fehlt nur wenigen, darunter der Bernsteinschnecke.

Reich, wie die Vermehrung, ist auch das **Regenerationsvermögen**. Abgeschnittene Fühler samt dem Auge, das Schwanzende usw. werden leicht wieder ersetzt. Man hat viele einschlägige Versuche gemacht; gelegentlich sieht man es in der freien Natur, am häufigsten

bei der Schale, die ja leicht zerbricht. Die Stücke werden wieder verbunden durch neue Schalenabsonderung, Lücken werden ergänzt, auch wohl zuweilen durch eingekittete Fremdkörper. Das neue Schalenstück erhält indes keine oberste Schicht, es fehlt somit der Glanz, sofern nicht der Bruch auf die Nachbarschaft der Mündung beschränkt bleibt. Hier findet sich mancherlei Abweichung im Regenerat. Aber nicht bloß die Schnecken haben Nutzen von diesem Vermögen, sondern umgekehrt auch ein Schmarotzer, der Saugwurm Distomum (Leucochloridium) macrostomum, der im Darm kleiner Singvögel seine Reife erlangt. Von dort aus gelangen die Eier ins Wasser, die jungen Würmer in die amphibische Bernsteinschnecke. In deren Leber wird der Brutschlauch erzeugt, der dicke Ausläufer in die Fühler treibt, die wegen ihrer Raupenähnlichkeit wieder von Vögeln gefressen werden. Sobald der dabei mit abgerissene Fühler ersetzt ist, wird ein neuer Schlauch vorgetrieben (vgl. S. 213).



Eiablage von Cochlostyla leucophthalma *Pfr.* Aus Bronn, „Klassen und Ordnungen des Tierreichs", Bd. III, Leipzig 1914.

Und nun noch eine Bemerkung über die Bedeutung der Stylommatophoren für die Geographie! Wir sind schon so oft auf Einzelheiten gestoßen, daß wir uns eine zusammenhängende Erörterung ersparen wollen. Die Beziehungen zum Boden liegen zu klar auf der Hand. Aber von Interesse sind wohl einige Hinweise auf Fälle besonders einleuchtender Schöpfungskraft. So haben die Vettern Sarasin auf Celebes auf eine aneinanderschließende Reihe von Schnirkelschnecken hingewiesen, wo die geographische Aufeinanderfolge der systematischen entspricht, nach der Schalenähnlichkeit, ähnlich Kobelt für Iberus in Italien, Plate für eine Pupiden-Gruppe auf den Bahamas. Wir sehen Ketten, deren Endglieder sich stark voneinander unterscheiden, während benachbarte Formen innerhalb der Kette kaum auseinander zu halten sind. Limax maximus wird in Oberitalien nicht nur zum größten wirbellosen Landtier der nördlichen Halbkugel (bis 40 cm lang), sondern schwankt auch außerordentlich in Zeichnung und Färbung; sie gehen hier mit der Anatomie Hand in Hand, die Extreme unterscheiden sich etwa dadurch, daß auf der einen Seite die Rute den vierten Teil der Körperlänge erreicht, auf der anderen das Dreifache; sie schwankt also im Verhältnis von 1 : 12! Und doch ist eine Trennung in Arten erst unvollkommen gelungen. Aufsehen hat längst die starke Artbildung erregt, welche die Stylommatophoren auf Inseln ergreift. Wir wollen nur den stärksten Fall anführen: die schlanken Achatinellen sind auf die Sandwichinseln beschränkt, dort aber hausen sie in Hunderten von Arten in lokaler Sonderung.

Hier erlaubt uns die Natur einen Einblick in ihre Werkstätte der Artbildung. Die Raublungenschnecken haben uns schon gelehrt, wie leicht die Radula sich ändern kann, infolge einer hohen Plastizität aller Familien. Da liegt wohl die Frage nahe, wie es kommt, daß die Stylommatophoren, die doch ganz und gar von der Feuchtigkeit abhängen, aus dem Wasser verbannt und streng ans Land gebunden erscheinen. Die Antwort gibt uns vielleicht die Bernsteinschnecke, die halb amphibische. Sie hat mit der veränderten Lebensweise bereits wesentliche Änderungen durchgemacht, die sich, außer der Erweiterung der Schalenmündung, namentlich in der Fortpflanzung äußern: Verlust der embryonalen Schwanzblase, Bildung eines Schleimlaichs, wie bei den Limnäen, Übergang zur einseitigen Begattung der Basommatophoren. Werden die übrigen Merkmale in der gleichen Richtung liegen? Entstanden so die Basommatophoren aus Landlungenschnecken?

Für die Schlußbemerkungen über die ökonomischen Beziehungen wollen wir in der Hauptsache wieder Meisenheimer das Wort geben:



14 Tage alter Embryo von Campylaea cingulata *Stud.* Die Kopfblase ist bereits geschwunden. Die große Schwanzblase legt sich über den Rücken des Embryos hinweg der Eischale an. Stark vergrößert. (Zu S. 482.)

„Gegenüber den Interessen des Menschen erscheint die Weinbergschnecke zunächst schädlich, insofern sie mit besonderer Vorliebe den von ihm gepflegten Kulturpflanzen nachstellt. Der Gärtner wird sie daher stets rücksichtslos vernichten. Außerordentlich gefährlich kann sie dem Rebstocke werden, wie es scheint, ganz besonders in den südlicheren Weingebieten.

„Daneben aber leistet die Weinbergschnecke dem Menschen auch einen bestimmten Nutzen, und zwar dadurch, daß sie ihm in ihren Weichteilen eine in vielen Ländern überaus geschätzte Nahrung darbietet. Namentlich sind es die südlicheren Gebiete von Europa, in denen Schnecken eine beliebte Speise bilden. Schon bei den alten Römern galten sie als Leckerbissen, sie wurden in verschiedenen Arten namentlich im alten Ligurien gesammelt und nach Rom gebracht. Aber auch im heutigen Italien werden Schnecken noch massenhaft verzehrt und müssen als wichtiges Nahrungsmittel der niederen Volksklassen gelten. Ganz außerordentlich groß ist der Verbrauch an Schnecken ferner in Spanien; überall werden sie hier auf den Märkten feilgeboten, namentlich zur Fastenzeit. Ähnlich ist es in Südfrankreich, und selbst auf den Märkten von Paris und anderen großen Städten werden alljährlich noch große Mengen verhandelt. Auch im deutschen Sprachgebiet wurden in früherer Zeit die Schnecken als Nahrungsmittel keineswegs verachtet, zumal sie als erlaubte Fastenspeise galten. Heutzutage ist ihr Verbrauch hier ein viel geringerer und nur noch in den Nachbargebieten der romanischen Länder ein nennenswerter, wie beispielsweise in Steiermark. Nach Osten hin nimmt der Gebrauch, Schnecken als Nahrungsmittel zu verzehren, stetig ab.

„In Südfrankreich werden die Schnecken sogar zur Bereitung von Heilmitteln verwendet. In früheren Zeiten gewann man aus ihrem Weichkörper zahlreiche Abführmittel in Form von Schleim, Sirup oder Suppen, noch heute werden ferner aus ihnen Hausmittel gegen Husten und leichte Halserkrankungen hergestellt. Die lindernde Wirkung dieser Mittel besteht wohl darin, daß sie durch ihre schleimartige Beschaffenheit einen abschließenden Überzug über den entzündeten Stellen bilden. Und diese leicht lindernde Wirkung verführte die Bauern jener Gegenden gar zu dem Glauben, in diesem Schneckenbrei ein

Mittel gegen die Schwindsucht zu besitzen." Wir bemerken hierzu, daß der Name unserer großen Wegschnecke, Arion empiricorum *Fér.*, „Arion des Charlatans", ihrer Wertschätzung in der Volksmedizin entlehnt ist; so kennen wir's vom Harz so gut wie aus Portugal. Die Zigeuner sollen auch sie verzehren; in den Muschelhaufen unserer deutschen Nordküste finden sich auch Schalen von Limnäen. Schließlich mag noch erwähnt sein, daß seit alter Zeit bis in die Gegenwart die Schalen der Weinbergschnecken und verwandter Arten als Lampe Verwendung finden, und daß in kalkarmen Gegenden Südamerikas die großen Schalen von **Bulimus** zu Mörtel gebrannt werden.

Dritte Ordnung:
Hinterkiemer (Opisthobranchia).

Mit unbedeutenden Ausnahmen rein auf das Meer beschränkt und dabei ohne große und glänzende Schale, erfreuen sich die Hinterkiemer am wenigsten breiter Bekanntschaft: sie sind die eigentlichen Nacktschnecken des Meeres, mit deren ganzer Lebhaftigkeit nach Lebensregungen und Farben. Von ihrem hohen Wassergehalt wurde eingangs gesprochen. Wie bei den Quallen vermag er bis zu 98 Prozent anzusteigen. Er bedingt erhöhte Bewegungsfähigkeit der einzelnen Muskeln der Haut, deren Filz durch die dazwischen tretenden Flüssigkeitsmengen gelockert ist, so daß die einzelnen Bündel sich viel weniger hindern, wie in einem lockereren Fadenknäuel einzelne Fäden sich leichter und ausgiebiger straff ziehen lassen als in einem eng verflochtenen. Die Ableitung des Namens ist früher gegeben (S. 417). Wo eine gesonderte Kieme in flacher Mantelhöhle vorhanden ist, liegt sie rechts in oder hinter der Mitte. Inwieweit dabei nachträgliche Detorsion, d. h. Abschwächung der anfänglichen spiraligen Aufwindung, in Frage kommt, ist schwer zu entscheiden, denn viele haben den After in der Mittellinie des Rückens, anscheinend in ursprünglicher Lagerung. Zur Kiemenatmung oder an deren Stelle tritt vielfach Hautatmung; am meisten beteiligt sich hieran die Epipodiallinie, deren Anhänge in ihrem Verhältnis zur Leber uns noch beschäftigen werden. Ähnlich wie sie erweitern die Fühler ihre Oberfläche; meistens sind die Hinterfühler umgewandelt, bald blätterig gefiedert, bald rinnenförmig ausgehöhlt mit übereinandergreifenden Rändern, so daß das Wasser durch Wimperung hereingestrudelt wird. Namentlich dieser Bau begründet ihre Auffassung als Geruchsorgane, in diesem Falle Rhinophoren genannt. Die Augen treten sehr in den Hintergrunnd, nicht nur physiologisch, sondern auch rein anatomisch, indem sie sich unter die Haut zurückziehen und oft verkümmern. Ohrblasen fehlen nirgends. Sonst kommen von umschriebenen Sinneswerkzeugen noch lokalisierte nervöse Leisten in der drüsenreichen Haut vor.

Die Tiere sind ausnahmslos Zwitter, doch ohne das aufgeregte Liebesspiel der Landschnecken. Die Eier werden durchweg abgelegt. Der Laich ist ziemlich einheitlich, er schließt sich an den der Basommatophoren an: eine Schleimschnur oder ein Schleimband, dem die Eikapseln eingebettet sind, meist mit viel größerer Produktionskraft, die einzelne Eischale in der Regel mit einer Mehrzahl von Dottern, deren Summe in einem einzigen Laich nicht selten ½ Million übersteigt, bei **Doris** und **Aplysia** z. B. Die Entwickelung verbindet sich fast durchweg mit der Bildung einer Veligerlarve, doch ohne besonders erweitertes Segel; dementsprechend wird die freie planktonische Periode nur kurz sein. Bei den nackten Formen wird die Schale abgeworfen. Gleichwohl haben wir in den Warmwassergebieten ausgebildete Vertreter unter dem echten Plankton der hohen See, wohin sie auf gänzlich verschiedene

Weise gelangten. Diese eigenartigen Wege werden nachher besprochen werden. Das eigentliche Wohngebiet bildet das Litoral, doch mehr unterhalb der Gezeitenzone, deren Wogen den meisten verderblich werden würden, die Pflanzenregion also. Eine Anzahl vergräbt sich im Schlick. Nach der Tiefe zu nimmt die Häufigkeit der Hinterkiemer bald ab. Viele Bodenformen verstehen — eine neue Fähigkeit unter den Gastropoden — selbsttätig zu schwimmen. Erwähnen wir gleich hier die Ausnahmen in der Verbreitung: die kleine Ancylodoris lebt im Baikalsee, ein paar Hedyliden, nach der Gattung Hedyle *Bergh* benannt, ebenfalls Formen von mäßiger Größe, treten in den Unterlauf der Flüsse der malaiischen Inselwelt ein, unter ihnen allerdings eine höchst auffällige Gestalt, nämlich etwa die einer Limnaea, doch ohne Schale, der einzige Fall, wo bei einem Gastropod der Eingeweidebruchsack sich frei über den Rücken erhebt, ohne beschalt zu sein.

Es liegt wohl nahe, als Nahrungsmittel die Tange anzunehmen. Diese Vermutung wird scheinbar gestützt dadurch, daß gerade die größte Form sich von Grünalgen, Ulven, nährt: doch würde der Schluß ebenso verfehlt sein wie bei den Lungenschnecken. Die Schlammbewohner nehmen einfach den Sand auf mit seinem organischen Gehalt, und die anderen sind Fleischfresser, zum guten Teil auf eine bestimmte Tiergruppe, die Zölenteraten, angewiesen. Die Schlicknahrung bedingt, wie wir es schon bei anderen Weichtiergruppen trafen, die Auskleidung des Magens mit harten Konchinplatten, die hier ihre höchste Zahl und Ausbildung unter den Mollusken erreichen.

Die Radula knüpft etwa an die der Basommatophoren an, doch mit verstärkter Differenzierung der Zähne in den einzelnen Abschnitten der Querreihen; verlängerte Spitzen und Schneiden deuten auf die Raubtiernatur. Von dieser Grundlage aus geht, wie bei den Vorderkiemern, die Umbildung weiter durch Verringerung der Rand- und Seitenzähne, bis schließlich nur der eine starke Mittelzahn der ja ebenso räuberischen Rhachiglossen übrigbleibt. Doch scheint die Wandlung hier am wenigsten in gerader Linie erfolgt zu sein, mehr sprungweise von ganz verschiedenen Punkten aus, so daß man auf die systematische Verwendung verzichtet hat. Ebenso verschwindet die Radula bei einigen ganz verschiedenen Formen der warmen Meere völlig, von denen wir wenigstens einer begegnen werden.

Man verteilt die Hinterkiemer auf zwei Hauptgruppen, beschalte und unbeschalte, oder Bedecktkiemer (Tekti- oder Steganobranchien) und Nacktkiemer (Nudi- oder Gymnobranchien). Die ersteren schließen sich leicht an die Basommatophoren an; vielfach hat man die Siphonaria, die wir zu jenen stellten, unter die Hinterkiemer eingegliedert.

1. Unterordnung: **Bedecktkiemer (Tectibranchia).**

Hier haben wir drei verschiedene Gruppen, die sich nach der Form und der Lebensweise unterscheiden. Die erste geht von Napfschnecken aus: Umbrella *Lam.* hat eine flache Patellenschale, Pleurobranchus *Cuv.* und Pleurobranchaea *Meck.* haben sie vom Mantel überwachsen und teilweise eingebüßt. Die Aplysien endlich schlagen seitliche Fußverbreiterungen, Epipodien, über die Schale hinauf. Das tun auch die Bulliden, die aber zum Graben im Schlick eine besondere Einrichtung erworben haben, nämlich die Verwachsung der vier verbreiterten Kopffühler in der Mittellinie zu einem Kopf- oder Grabschild. Auch bei diesen Gruppen kommt es nicht weiter darauf an, ob die Schale frei liegt oder vom Mantel überwachsen wird. Sucht man nach einer Entwickelungsreihe, so hat man auffälligerweise mit den Bulliden zu beginnen, denn hier haben wir noch Formen, die sich ganz in die Schale zurückziehen können, der kleine Actaeon *Montf.* kann sie sogar noch mit einem echten Operkulum verschließen

Unter den Bulliden haben wir die mundfarbenen, wie die Kugelschnecke, Acera *Müll.*, mehr auf, die bleiche Seemandel, Philine aperta *L.*, und die Blasenschnecke, Bulla *L.*, mehr in dem Schlickgrund zu suchen. Das mennigrote Gasteropteron *Meck.* treibt sich wieder mehr auf dem Boden umher. Träge eingegraben sitzt das plumpe Doridium *Meck.* mit überraschender Zeichnung; um den braunen Körper läuft rings ein Band von auffallendem Orange und Blau herum.

Von der gemeinen Kugelschnecke, Acera bullata *Müll.*, haben Meyer und Möbius eine gute Schilderung gegeben. Das Tier ist fast walzenförmig verlängert; der Kopf ist niedergedrückt und vorn abgestumpft. Am Hinterende des Mantels ist ein fadenförmiger Anhang. Dieser Faden entspringt vom Mantelrande, tritt aus dem hinteren Schalenspalt hervor und kann sich ausdehnen und zusammenziehen. Über seinen Nutzen liegen keine Beobachtungen vor. Jedenfalls erinnert er an den Schwanzanhang der Pterotracheen



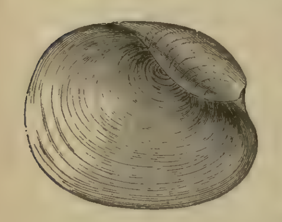
Gemeine Kugelschnecke, Acera bullata *Müll.* Doppelte Größe.

(S. 444). Die Schale ist dünn, hornartig, elastisch und eiförmig. Die großen Stücke vorliegender Art strecken sich beim Kriechen bis auf 4 cm Länge aus. Ihr mächtig entwickelter Fuß dient nicht bloß zum Kriechen, sondern auch zum freien Schwimmen. Ruht das Tier am Boden oder kriecht es, so sind die freien Seitenplatten des Fußes in die Höhe geschlagen und bedecken nicht nur die Flanken des Körpers, sondern auch den Mittelrücken und einen Teil der Schale, ja ihre Ränder legen sich noch übereinander. Wenn man die Schnecke aus dem Wasser nimmt oder sie beunruhigt, so verkürzt sie den ganzen Körper so sehr, daß ihn der Fuß ganz umhüllen kann. Dann bildet das ganze Tier eine weiche, schleimige Kugel, aus welcher der schützend zusammengezogene Fuß weiter nichts als nur noch ein kleines Dreieck von der Schale hervorsehen läßt. Daher ihr Name.

Die Lebensweise der Kugelschnecke ist, nach Meyer und Möbius' Beobachtungen, folgende. Die größten Stücke wurden im Winter und Frühjahr gefangen. Im Juli fischten die beiden häufig kleine, nur 3—5 mm lange Tiere und viele leere und mittelgroße Schalen zwischen faulem Seegras, woraus sich entnehmen läßt, daß die Kugelschnecke von einem Frühling bis zum nächstfolgenden leben mag. Sie gehört in der Kieler Bucht da, wo schlammiger, seegrastragender Grund ist, zu den gemeinsten Tieren und liebt vorzüglich die Region des abgestorbenen Seegrases, das die Fischer „Rottang" nennen. Hier findet sie an den braunen faulen Blättern reichliche Nahrung. Im Aquarium frißt sie außer diesen auch Fleisch.

„Die Kugelschnecke ist", fahren die Beobachter fort, „fast immer in Bewegung. Sie

kriecht am Boden hin oder an der Wand des Aquariums hinauf. Zuweilen hängt sie auch etwas krumm zusammengezogen an der Oberfläche. Beim Kriechen hebt und senkt sie den Kopf und biegt sie den Vorderkörper nach rechts und links. Mit dem unteren Teile des Fußes schieben sich auch die emporgeschlagenen Flügel desselben vorwärts, so daß die Schale, worauf sie liegen, abwechselnd mehr frei und darauf wieder mehr bedeckt wird. Geschieht dieser Wechsel lebhafter als gewöhnlich, so schickt sich die Kugelschnecke zum Schwimmen an, einer eigentümlichen, überaus anziehenden, aber seltenen Bewegung, die man ein Fliegen im Wasser nennen möchte. Die gelbe Schale gleitet immer schneller und weiter vor- und rückwärts, der Vorderkörper macht rhythmische Biegungen, die Fußlappen werden abgelöst und wieder angezogen, immer weiter und immer kräftiger, bis endlich ihre Niederschläge den ganzen Körper vom Boden abstoßen. Das Tier fährt nun, bald rechts oder links, bald vor- oder rückwärts schwankend, immer höher im Wasser empor und schwebt in den anmutigsten Stellungen mitten in seinem klaren Element. Sind diese Bewegungen aufs höchste gesteigert, so macht der Fuß in einer Sekunde 2—3 kräftige Schläge, wobei er sich in dem Grade vom Körper abzieht, daß er eine nach unten konkave Fläche bildet. Damit gleichzeitig biegt sich der Vorderkörper entweder vor- oder rückwärts. Während dies geschieht, sinkt das Tier jedesmal ein wenig, fährt aber beim Niederschlag des ausgespannten Fußes darauf plötzlich wieder schräg in die Höhe.


Offene Seemandel, *Philine aperta L.* Schale von unten.

„Nachdem solche lebhafte Bewegungen einige Minuten angehalten haben, werden die Schläge schwächer; die Schnecke sinkt langsam tiefer; zuweilen erhebt sie sich, ehe sie den Boden berührt, noch einmal durch einige starke Schläge, jedoch nicht mehr zu ihrer früheren Höhe; die Kräfte werden matter, sie sinkt zu Boden, schlägt nur noch die Fußlappenränder in die Höhe, lüftet sie noch einigemal, legt sie dann über der Schale ruhig zusammen und fängt endlich wieder an zu kriechen."



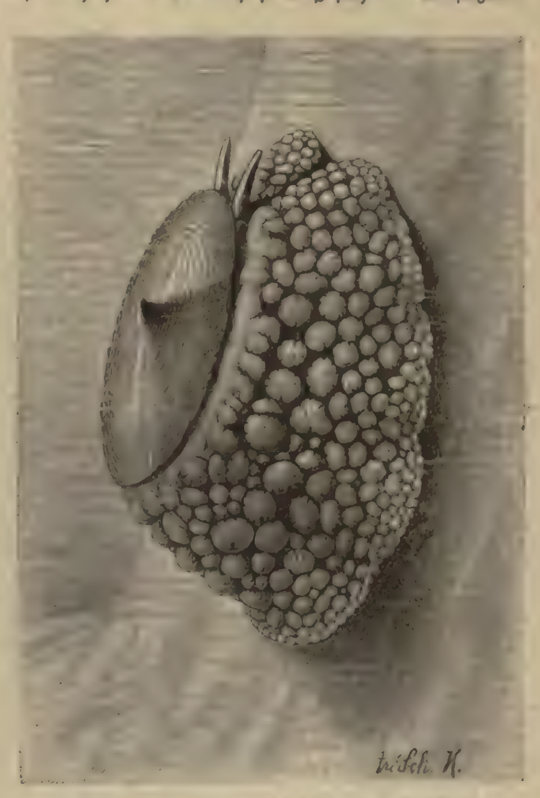
Schale von Acera soluta *Gmel.*, von oben gesehen. A Apex oder Gehäusespitze, s Sutur oder Nahtlinie, L Außenlippe, k Kammlinie. Der dunkle Teil der Kammlinie ist noch kalkfrei. Nach R. Perrier und H. Fischer.

Die Verfasser dieser sehr anschaulichen Schilderung meinen, daß vielleicht die Begattungslust des Frühlings zu diesen Bewegungen anreizt, da gerade im Februar, wo sich die Tiere zur Begattung aufsuchen, sie öfters schwimmend angetroffen wurden. Im Aquarium legten die Kugelschnecken schon vom Januar an Eier; in der Kieler Bucht fanden Meyer und Möbius den Laich im Mai und Juni in solchen Mengen am Seegrase, daß sie ganze Hände voll Schnüre aus dem Schleppnetz nehmen konnten.

Die Eischnüre sind drehrund, 2—3 mm dick, von sehr verschiedener Länge und bald spiral gelegt, bald in unregelmäßigen Windungen hin und her und übereinander gebogen. Eine nicht ganz 8 cm lange Schnur enthielt 1050 Eier.

An der Schale von Acera *Müll.* haben R. Perrier und H. Fischer einen sehr eigentümlichen

Bau entdeckt, der an das Schloß der Muscheln erinnert, auf das wir später zu sprechen kommen. Das Gewinde ist, ähnlich wie bei Conus (s. S. 457), in einer Ebene aufgestellt, so daß die Nahtlinie eine flache Spirale beschreibt. Die einzelnen Umgänge sind aber nicht ebenso flach, sondern erheben sich nach Art eines Gebirgskammes. Die Kammlinie beschreibt also gleichfalls eine Spirale zwischen den Umgängen der Nahtlinie, dort in einer etwas höheren Ebene gelegen. Das Merkwürdige ist nun, daß in dieser Kammlinie der Kalk fehlt. Sie besteht, wie das Schloß der Muscheln, zunächst nur aus elastischem Konchin. Erst allmählich lagert sich, von der Spitze aus, auch hier Kalk ein, so daß sich die Elastizität immer mehr auf die jüngsten, der Schalenmündung zunächst liegenden Teile beschränkt. Die Ähnlichkeit mit dem Muschelschloß wird dadurch erhöht, daß sich ganz unten, nahe der Mündung, unter der Kammlinie ein kurzer Muskel zwischen den beiden, durch diese Linie getrennten Flächen des letzten Schalenumgangs ausspannt. Durch seine Kontraktion vermag er die beiden Flächen einander zu nähern und den Eingang in die Mantelhöhle zu verengern.



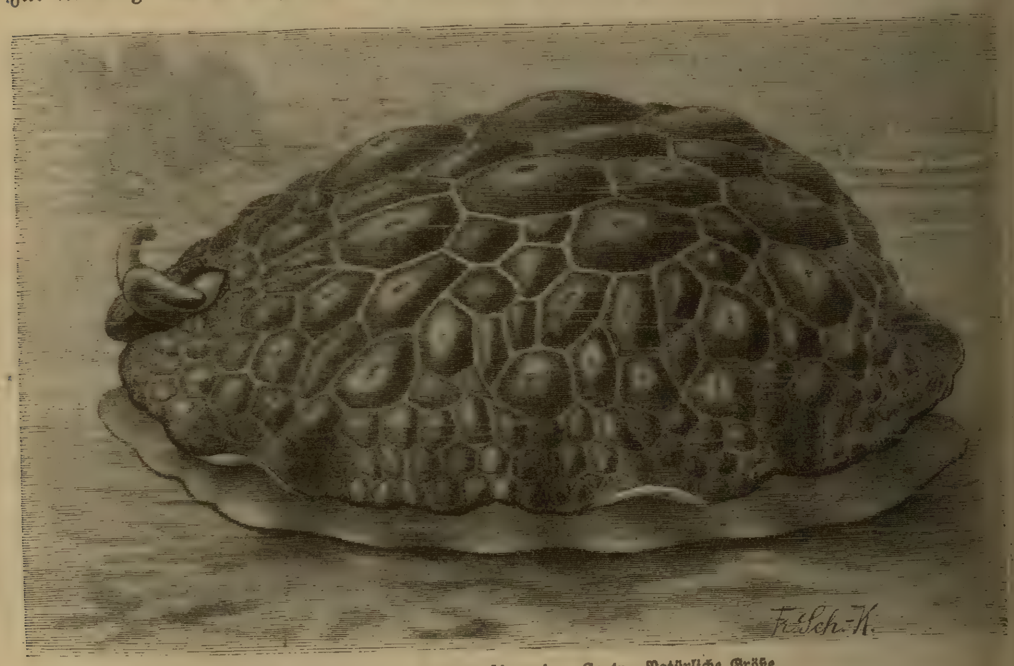
Umbrella mediterranea *Lam.* Natürliche Größe.

Bei dem schönen roten Gasteropteron *Meck.* des Mittelmeeres werden die Fußlappen im Verhältnis zum Körper noch viel größer und die Schwimmbewegungen ausgiebiger.

Die Bulliden leben von anderen Weichtieren, Schnecken, Muscheln, Dentalien, die sie ganz hinunterschlucken und mit Hilfe harter, der Magenwand ansitzender Kauplatten zertrümmern.

Eine große Umbrella *Lam.* stellt einen abgestutzten steilen Kegel dar, dessen Mantel sich aus kugeligen, blasenartigen Höckern zusammensetzt. Die Basis wird von der Sohle, die obere Fläche von der Schale gebildet. Die Blasen sind von sehr verschiedener Größe, unten rings nur klein, nach oben zu sehr wechselnd, große und kleine durcheinander, ohne alle Regel und Ordnung. Die bloße Beobachtung läßt an den Höckern keine Veränderung erkennen, durch taktilen Reiz mit einer Nadel gelingt es aber, eine große Blase innerhalb 1—2 Minuten zu einer kleinsten zusammenschrumpfen zu lassen. Zweifellos handelt es sich um langsames An- und Abschwellen in gewissen Zeitabschnitten, um Hautatmung. Die prallere Füllung beruht dann auf dem weit höheren Wassergehalt. Setzt man eine Umbrella oberhalb des Wasserspiegels der Luft aus, so reagiert sie auf das fremde Medium keineswegs, wie man wohl erwartete, durch ängstliches Zusammenziehen, wie etwa eine Auster, die ihre Schale schließt; im Gegenteil, sie lüpft die Schale möglichst nach oben und legt die glatte Haut unter dem Mantel, die im Wasser verborgen bleibt, frei, einschließlich der auf der rechten Seite gelegenen Kieme.

Erst nach 20 Minuten etwa, wenn diese vermutlich zu trocknen beginnt, wird sie geschützt, aber nicht durch Niederziehen der Schale, sondern dadurch, daß sich der Mantelrand vom Schalenrand loslöst und sie bedeckt. Ja, diese Ablösung des Mantelrandes greift ringsherum, so daß die Luft möglichst unter die Schale eindringen kann. Die vorher versteckten Fühler dehnen sich in die Länge. Die Afterpapille streckt sich weit vor und bildet einen Becher, indem der After sich weit öffnet, um sich in langsamen Perioden wieder zu schließen, ähnlich dem Atemloch einer Lungenschnecke. So hat man den Eindruck, als wenn die Schnecke sich neu belebt fühlte und bestrebt wäre, die Haut nach Möglichkeit in der Luft zu baden zur Atmung. Es ist wohl nur das allmähliche stärkere Austrocknen und der Hunger, was



Pleurobranchus testudinarius *Cantr.* Natürliche Größe.

sie nach und nach wieder in die gewohnte Umgebung zurücktreibt, in der wir sie am anderen Tage finden. Der Laich wird in langen Bändern abgesetzt, die mit der einen Kante in Spiralwindungen am Boden befestigt sind.

Einem großen Pleurobranchus *Cuv.* sieht man die quallenhafte Zartheit nicht an, er sieht aus wie eine Schildkröte, weshalb eine Art den Namen Pl. testudinarius *Cantr.* erhalten hat. Eine Besonderheit ist das rasche Pulsieren seiner Riechfühler in der distalen Hälfte, um einen Wasserstrom hindurchzutreiben. Eigenartig sind die Farben. Die Fühler sind orange, die groben, schildförmigen Runzeln des Rückens, die an die der Lungenschnecken erinnern, so gut wie die Seitenhöcker der Umbrella, braun, doch in verschiedener Abstufung, bei dem einen Tier vielleicht durchweg hellbraun, bei einem anderen einzelne, in regelrechter Verteilung, ganz dunkel, und um diese in der trennenden Furche ein schneeweißes, undurchsichtiges Band, und dieses wieder zum Teil überdeckt von einer schön karminroten Linie. Hier haben wir die stofflichen Vorgänge bei der Hautatmung klar auseinandergelegt. Das verschiedene Braun bedeutet verschiedene Zustände bei der Atmung, das Weiß ist Harnsäure, die beim Stoffwechsel abfällt und sich bei der großen Durchlässigkeit der Gewebe

in der Haut der Furchen anhäuft, das prachtvolle Karminrot vermutlich Murexid, wie es der Chemiker aus Harnsäure darstellt, und wie es jahrzehntelang, vor den Teer- oder Anilinfarben, fabrikmäßig bereitet wurde.

Die viel blassere Pleurobranchaea *Orb.* fällt durch ihre Lebhaftigkeit und ihre starke Brunst auf. Man sieht sie trotz ihrer Größe am Wasserspiegel gleiten, unter Abscheidung eines kurzen Schleimbandes, man sieht sie gelegentlich aber auch mit abwechselnden, schnellenden Krümmungen nach rechts und links mitten durchs Wasser schwimmen, da sie doch, bei fast 98 Prozent Wassergehalt, so wenig Übergewicht hat. Diese freie Beweglichkeit zeigt sich auch im Geschlechtsleben. Ein brünstiges Tier sucht manchmal ein anderes zu reizen, indem es schnappend in seine Seite beißt; es entspricht wohl dem Gebrauch der



Seehase, Aplysia depilans *L.* ¾ natürlicher Größe.

Stylommatophoren, einander mit der Radula zu bearbeiten, nur eben viel plötzlicher und scheinbar heftiger. Eine absonderliche Stellung nimmt manchmal eine solche Schnecke ein; eigentümlich verkürzt und regungslos, die verkürzten Riechfühler gekrümmt und einander zugekehrt wie ein Paar Kuhhörner, so steht sie eine Zeitlang dem Partner zugewandt. Die Kopula erfolgt dann bald, in verschiedenen Kombinationen. In einem Falle wurde eine Schnecke schon wieder befruchtet, während sie noch mit der Ablage des Laiches beschäftigt war. Hier konnte sie selbstverständlich nur als Weibchen dienen. Dasselbe kam auch sonst oft vor, wie sich leicht feststellen ließ, da nur ein Tier den Penis ausgestreckt und in den Partner eingeführt hatte. Meist allerdings werden die Ruten gekreuzt zu gegenseitiger Befruchtung. Nach Hirsch lebt Pleurobranchaea von toten Tieren, Muscheln, Artgenossen u. a.; die Beute wird ganz hintergewürgt, worauf wir sogleich zurückkommen.

Aplysia *Gmel.*, der **Seehase**, wohl wegen der großen Riechfühler auch **Seekuh** genannt, umfaßt stattliche Arten; wir wogen ein Stück von mehr als 1 Pfund. Mit der verwandten Dolabella *Lam.* sind es die größten Hinterkiemer. Vermutlich ist es die farbige

Abscheidung, die schon im Altertum Aufsehen machte und zur Bereitung geheimnisvoller Tränkchen Veranlassung gab, was noch in dem Artnamen Aplysia depilans *L.*, „die enthaarende", zum Ausdrucke kommt — unseres Wissens die einzige praktische Verwertung eines Hinterkiemers. Wir beobachteten in Neapel andauernd drei Stück, nach dem verschiedenen Bau der Kieme mindestens zwei, wahrscheinlich allen drei Mediterranarten angehörig. Das größte war an den freien Körperstellen dunkelviolett mit runden weißlichen Flecken, das kleinste ockergelb mit ebensolchen Flecken und das dritte schmutziggrau bis ockerig ohne scharf umschriebene Flecke. Die verschiedenen Tiere, sehr fortpflanzungslustig, wiederholt laichend, begatteten sich unterschiedslos untereinander, wobei dasselbe Stück bald als Männchen, bald als Weibchen wirkte, ein Beweis völligen Wohlbefindens, obwohl wir von Zeit zu Zeit mit dem Finger gewaltsam das rechte Epipodium und den Mantelrand auseinanderdrängten und die Kieme frei legten. Reichliches Ulvenfutter hielt sie in gutem Zustand.

Solch derber Reiz führt unter Umständen zur Entleerung der farbigen Abscheidung, und zwar entweder einer violetten oder einer milchigweißen. Dabei scheinen nicht bloß die Niere und lokalisierte Drüsen der flachen Mantelhöhle zu wirken, sondern die Kieme selbst, denn sie zeigt die nämlichen Farben, so daß sie zumal bei dem dunkeln Violett sehr kräftig von dem helleren Fleischton der Mantelhöhle absticht. Die stärkste Entleerung ist wohl die bei der ersten Mißhandlung nach dem Fange. Wenigstens kam keine so starke wieder vor wie die, welche zunächst die Hände über und über purpurn färbte. Oft reagierten die Tiere dann lange Zeit nicht wieder, auch eine reichliche Fütterung nach längerem Hungern genügte nicht, um die Ausscheidung bei allen drei Schnecken gleichmäßig wieder hervorzurufen. Bei der großen violetten A. limacina *Phil.* entsinnen wir uns nur der purpurnen Abscheidung, wie gelegentlich selbst die bis 8 m lange Laichschnur in dem die Eikapseln verbindenden Schleim einen rötlichen Ton zeigt. Die beiden anderen entleerten bald weiß, bald purpurn. Wesentlich ist, daß auch die ockerigen Schnecken eine purpurne Kieme, die dann erst recht absticht, und eine purpurne Abscheidung zeigen können. Es liegt nahe, an eine ähnliche Beziehung zwischen Harnsäure und Murexid oder Purpur zu denken, wie bei Pleurobranchus. Die weiße Absonderung soll auf Kruster giftig wirken.

Auch die Aplysien können gut und ziemlich andauernd schwimmen (s. Abb., S. 491, rechts oben). Dabei breiten sich die Epipodien seitwärts aus und vollführen grobe, von vorn nach hinten fortlaufende Wellenschläge, wie die Brustflossen eines Rochens. Diese Wellen (mit den lokomotorischen Wellen einer Pulmonatensohle nicht zu verwechseln) reichen natürlich so weit wie die freien Ränder der Epipodien. Sie hören auf, wo diese über dem Hinterende des Mantels verwachsen sind. Damit hängt gelegentliches Ansaugen des Hinterendes der Sohle zusammen. A. limacina sitzt oft mit diesem Teile des Fußes fest an der Glaswand, während der ganze übrige Körper unter beliebigem Winkel frei ins Wasser hineinragt. Es ist, als wenn sich aus dem hinteren Sohlenende ein Saugnapf gebildet hätte. Doch verschwindet er wieder, sobald die Schnecke auf der Unterlage kriecht. Die Einrichtung scheint mit der erwähnten Verwachsung der Epipodien zusammenzuhängen. Dadurch entsteht hier ein hohes, kompaktes Schwanzende. Es gewährt genügenden Widerhalt für die senkrechten Muskelbündel, die nunmehr die saugende Wirkung ausüben können.

Bemerkt sei noch, daß die Aplysien, ähnlich den Limnäen, bei der Kopula gelegentlich Ketten bis zu zwölf Stück bilden.

Pleurobranchaea und Aplysia werden von Hirsch zu den Schlingern gerechnet, die ihre Beute, bei geräumigem Schlundkopf, unzerstückelt nach Art der Schlangen bewältigen

Kiefer kommen nicht zur Wirkung, daher kein Bissen abgeschnitten wird. Die Zähne der vorgestülpten Radula fassen von unten sowie von rechts und links in die Nahrung ein und schieben sie beim Zurückziehen in der Diagonale schräg nach oben und hinten in den Schlund. Findet der Bissen daselbst keinen Platz, so muß die Schnecke die zu einem Strick zusammengedrehte Beute wieder ganz von sich geben, indem sie die Zähne zurückschlägt und zurückkriecht.

2. Unterordnung: Nacktkiemer (Nudibranchia).

Mit dem vollständigen Verlust der Schale und damit der Mantelhöhle und der darin liegenden Kieme hebt ein Wuchern der Haut an, in den Fühlern, auf der Stirn und weiter in der Seitenlinie; es entsteht das Mantelgebräme, wie es Bergh nannte, in erster Linie wohl zur Atmung; jedenfalls erzeugt es eine für die bisherigen Begriffe vom Schneckenleib ganz ungewöhnliche Fülle äußerer Formausstattung. Kein Wunder, daß die Systematik hier in Gliederung und Gattungsnamen schwelgen darf. Wir müssen uns mit den Grundgestalten an einzelnen Beispielen begnügen.



Weichwarzige Sternschnecke, Doris pilosa *Müll.* Stark vergrößert.

Im wesentlichen sind es zwei ganz verschiedene Typen. Bei der Doris-Gruppe herrscht völlige Symmetrie mit Ausnahme der rechts gelegenen Genital- und Nierenöffnung. Bei den übrigen, die in der Aeolis-Gruppe ihren höchsten Reichtum entwickeln, ist auch der After auf die rechte Seite gerückt. Jene scheint die primitivere auch in der inneren Anatomie, indem die Leber in gewöhnlicher Weise geschlossene Umrisse behält; bei dieser löst sie sich in Zweige auf, die zum Mantelgebräme in Beziehung treten und neue Kombinationen schaffen.

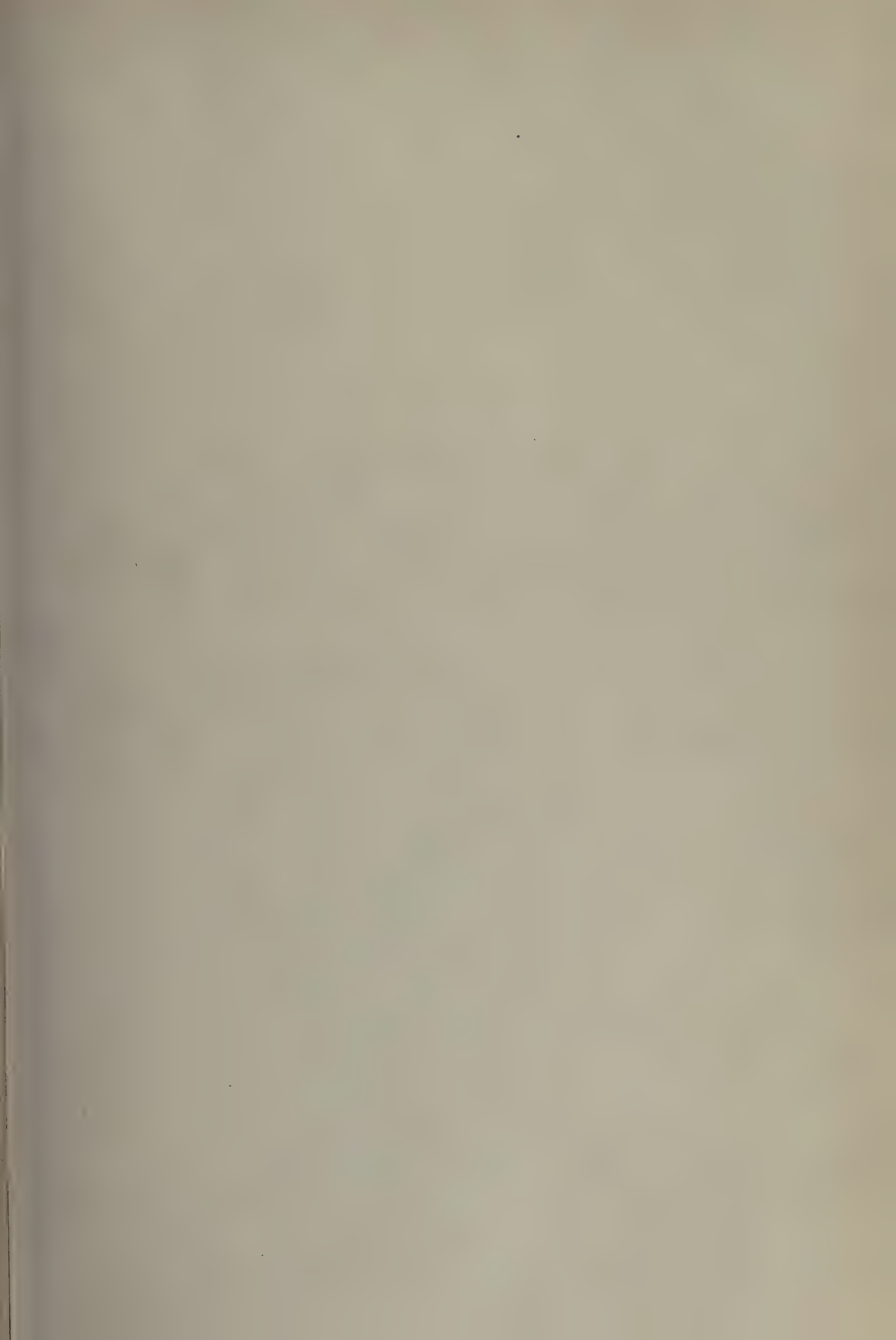
Nehmen wir zuerst die Doridier! Es sind Grundformen mit geringer Neigung zum Schwimmen. Doris *L.* im engeren Sinne, selbst in dieser systematischen Begrenzung wieder überreich aufgespalten, zeigt etwas von der Gesamtform der Oncidien und Vaginuliden, indem die Rückenseite durch eine scharfe Kante von der unteren getrennt ist. Doch paßt der Vergleich schon deshalb nicht ganz, weil die blätterig-gefiederten Fühler diese Rückenfläche durchbohren. Die kompakte Figur wird noch versteift durch ein Gerüst von Kalkstäbchen, das die ganze Haut durchsetzt; die Rückenwarzen wirken in demselben Sinne. Die Kiemen sind Hautausstülpungen, die in einem Kranz um den After stehen. Fühler und Kiemen werden auf Reiz eingezogen. Diese einfache Form, die in ihren Längen- und Breitenverhältnissen mannigfach abändert, entwickelt namentlich großen Farbenreichtum, von matten bräunlichen Bodentönen bis zum grellsten Scharlach auf tropischem Korallenriff. Wundervoll blau ist eine Neapeler Chromodoris *A. H.* Wer das Farbjuwel der Blauen Grotte kennt, möchte kaum zweifeln, daß ähnliche Farbenreflexe bei der Erzeugung oder doch

Erhaltung dieser Gattung mitgewirkt haben. Ein paar feine weiße und gelbe Linien säumen den Rücken, in noch wärmeren Meeren kommen rote Kiemen dazu. Doch auch die Form erreicht bei dieser Gruppe größere Freiheit, wenn die scharfe Rückenkante schwindet und dafür allerlei Fortsätze sich einstellen, womit wieder eine hohe Gestaltungsmöglichkeit gegeben ist. Die zierliche weißliche Ancula *Lov.* von unseren deutschen Küsten mag wenigstens ein Beispiel geben.

Der zweiten Gruppe, der der Äolidier, fehlen natürlich mit der seitlichen Lage des Afters auch die ihn umstellenden Kiemen. Dafür häufen sich oft die Rückenpapillen, indem sie nicht nur jederseits in der Seitenlinie eine Reihe bilden, sondern statt einer Papille eine Anzahl herausprießen, die in Querlinien angeordnet sind. Die Aeolis papillosa *L.* (Abb., S. 495) mag das verdeutlichen. Eine andere Komplikation zeigt uns die Bäumchenschnecke, Dendronotus arborescens *Müll.*, durch die Verzweigung der einzelnen Papillen und ähnliche Randverzierung der Scheiden, aus denen die geringelten Fühler herausragen. Die Grundfarbe des Rückens ist schön rot, wovon die Anhängsel in einem lichten Gelbbraun mit vornehmer Wirkung abstechen. Wir entsinnen uns noch jetzt der freudigen Überraschung, als wir an den Azoren vor langen Jahren in einem Glase das Kronenschneckchen, Doto coronata *Gmel.*, auffanden, über und über in prächtigem Karmin, besonders leuchtend die großen kolbenförmigen Rückenpapillen, die wieder mit Keulen besetzt sind. Und doch hätten wir es eine Zeitlang ganz übersehen, so lange nämlich, als es an den Rotalgen oder Florideen saß, die wir aus einiger Tiefe herausgefischt hatten. Die Farbe war dieselbe, die Rückenpapillen glichen den Sporangien, also ausgesprochene Schutzfärbung. Ganz anders bei der erwähnten Fadenschnecke, Aeolis papillosa *L.* Hier ist die Grundfarbe der Rückenpapillen blau, mit einem breiten, gelben Ringe um die Mündung. Das kann man nirgends übersehen: eine Trutzfärbung, die sich breit macht. Aber der Fisch, der nach ihr schnappt, speit sie schnell wieder aus, denn er hat sich verbrannt. Die Enden der Papillen enthalten dieselben Schutzwaffen wie die Quallen, die Zölenteraten schlechthin, nämlich Nesselkapseln. Man glaubte früher, sie würden von den Äolidiern erzeugt, bis man darauf aufmerksam wurde, daß die verschiedenen Schnecken auf bestimmte Polypenstöcke angewiesen sind, und daß jede genau dieselben Kapseln als Waffe verwendet, wie der Polyp, von dem die Schnecke sich nährt. Jetzt war das Rätsel leicht gelöst. Es besteht zu den Zölenteraten ein ähnliches Verhältnis,



Gemeine Bäumchenschnecke, Dendronotus arborescens *Müll.* Vergrößert.

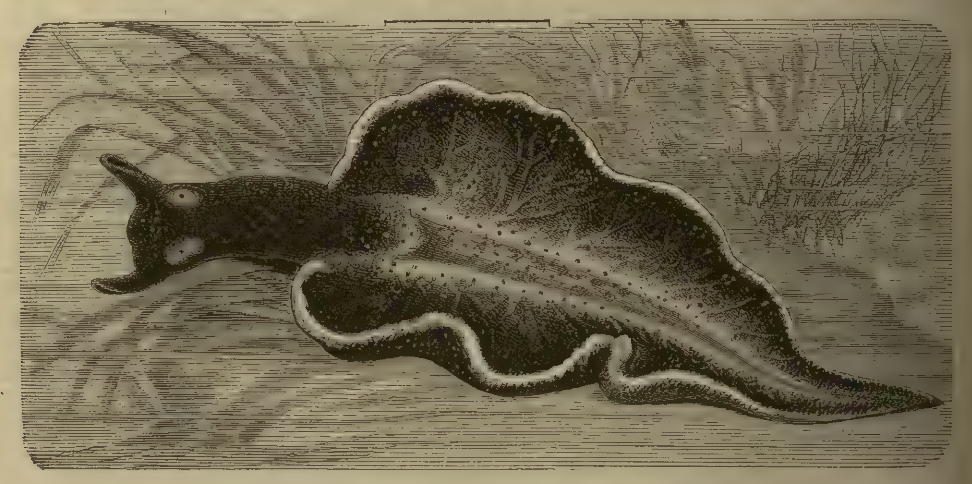




Nackte Hinterkiemer aus dem Mittelmeer.

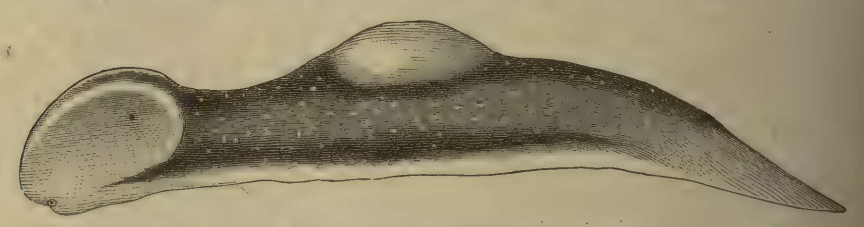


unterbrochen. Davon stach nun aufs schönste ein weißer, länglich runder Fleck zwischen den Fühlern und ihrer weißen Innenseite ab, während diese Organe im übrigen selbst schwarz und an ihrer Spitze blau gefärbt waren. Sie maßen den vierten Teil der Totallänge und wurden bald nach hinten gelegt, bald ganz auseinandergespreizt, bald ihre Spitze graziös in eine flache Spirale von einem Umgange gewunden."



Grüne Samtschnecke, Elysia viridis *Mont.* Vergrößert. (Zu S. 495).

Noch mehr vereinfacht sich der Körperumriß bei der kleinen Lanzettschnecke, Pontolimax capitatus *Crepl.*, die sich in den deutschen Meeren auf Tang aufhält. Und bei der minimalen Rhodope *Köll.*, aus dem Mittelmeer und von den Kanaren, ist die Reduktion so weit gegangen, daß selbst das Herz verkümmerte. Hier hat es erst mühsamer Untersuchungen bedurft, um ihr den richtigen Platz nicht bei den Strudelwürmern, sondern bei den Schnecken anzuweisen.



Breitköpfige Lanzettschnecke, Pontolimax capitatus *Crepl.* 20mal vergrößert.

Zum Schluß wollen wir uns noch die wichtigsten Formen aus unserer Gruppe ansehen, die im freien Wasser schwimmen, nicht nach Art der Scyllaea pelagica *L.*, die am treibenden Sargassum sitzend fortbewegt wird, dem sie in der braungrünen Farbe und der Form der Rückenpapillen ähnelt, sondern einzeln und frei. Jede der drei Formen offenbart einen besonderen Weg, auf dem eine Schnecke aufs hohe Meer gelangen kann.

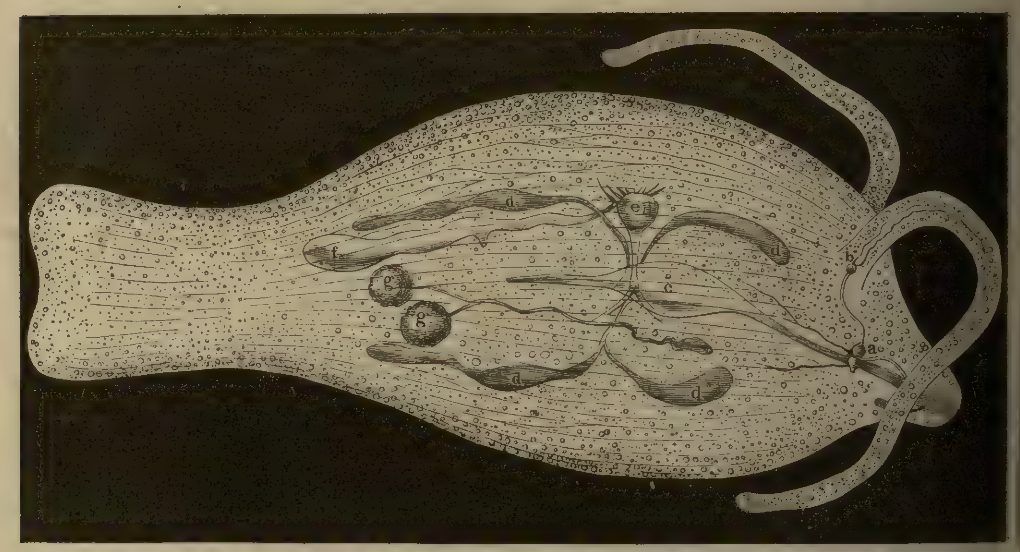
Glaucus *Forst.* hängt am Wasserspiegel wie eine Schlammschnecke; aber nicht am Schleimband, das den Wellen nicht standhielte, sondern mit Auslegern, gebildet durch die horizontale Richtung der Papillengruppen und die Verlängerung ihrer Basen. Jede Gruppe steht gewissermaßen am Ende eines kurzen Armes und hat sich mit ihm nach der Seite

umgelegt. Dazu scheinen Gase den Darm in eine Schwimmblase zu verwandeln. Der umgekehrten Haltung entspricht die Färbung, die der eines pelagischen Fisches gleicht, der nach unten gekehrte Rücken glänzt silberweiß, die nach oben gewandte Bauchseite ist marineblau. Nach Art tropischer Planktonten findet sich die Schnecke rings um den Äquator, ohne daß sich bestimmte Arten unterscheiden ließen. Ihre Eier befestigt sie in einem Spiralband auf der Schale einer Veilchenschnecke oder auf dem Schirm einer Segelqualle (**Velella**), von dem sie erst die Polypen wegfrißt (S. 120). Alle drei Organismen treiben ja gleichermaßen an der Oberfläche der Tropensee.

Von den noch zu behandelnden Hinterkiemern zeichnen sich die Angehörigen der Familie der **Tethymelibidae** durch ihre beträchtliche Größe aus. Trotz ihrer anscheinend sehr abweichenden Gestalt schließen sie sich bezüglich ihrer inneren Organisation doch eng an die übrigen Nudibranchier an. Die Familie ist aber sehr arm an Gattungen, von denen Tethys *L.* die bekannteste ist. **Tethys fimbriata** *L.* (s. Farbentafel bei S. 495) ist schön schwarz und weiß gezeichnet, auch wohl mit rötlichem Anflug an den Anhängen. Auf dem Rücken steht eine Reihe großer, blattförmiger Papillen, dazwischen fein verzweigte Kiemen. Die Schnecke lebt im Mittelmeer; doch ist sie auch außerhalb desselben an den Kapverden und — in etwa 200 m Tiefe — in einer geringen Abänderung im Golf von Mexiko gefunden. Ihre nächste Verwandte ist die pazifische Melibe *Rang*. Bei ihr sind Papillen und Kiemen noch nicht gesondert, sondern die Papillen am Rande mit Fäden besetzt. Die Riechfühler sind ähnlich verbreitert wie die Papillen. Ein großes, am Rande gefranstes Segel, von Krumbach als Schöpfbeutel bezeichnet, umfaßt als weiter Trichter die Schnauze. O. Schmidt hat das Tier danach Schleierschnecke genannt, Krumbach heißt es neuerdings Kerbenmaul, nach dem Umriß der Schnauze (s. Tafel „Weichtiere II“, 8 u. 9, bei S. 479).

Auffällig, wie die Form, ist die Lebensweise; denn das Tier schwimmt sowohl an der Oberfläche, als es auf dem Boden kriecht oder sich sogar in den Schlick eingräbt. Nach Krumbach hat es in der Adria zwei Perioden, in denen es zu pelagischem Leben an die Oberfläche aufsteigt. Simroth sah die Schnecke zu Ostern in der Adria bei Miramare, im September in Neapel frei schwimmen. Betrachten wir zunächst diese Bewegungsform. „Bei ruhigem Wasser“, sagt Krumbach, „kann man die pelagische Tethys zuweilen an der Meeresoberfläche hingleiten sehen. Sie hängt dann mit der Fußsohle nach oben an der Wasseroberfläche, fischt das Revier mit ihrem großen Schöpfbeutel nach Jungfischen und anderem Getier ab. Dieses Hängen ist aber nicht so zu verstehen, als ob sie an dem Flüssigkeitsoberhäutchen dahinkröche ..., vielmehr bildet sie mit den Sohlenrändern ein flachbordiges Fahrzeug, dessen Kiel ihr Rücken ist. In dieser Lage schiebt sie sich durch abwechselndes Strecken und Zusammenziehen langsam vorwärts. In der Minute etwa um Spannenlänge. Während dieser Bewegungen ist die Sohle unregelmäßig gekräuselt.“ Ganz anders ist das Benehmen, wenn sie, möglicherweise durch unruhiges Wasser gereizt, ebenso an der Oberfläche hängend, mit Krumbach zu reden, zur Serpentintänzerin wird. Jetzt ist die nach oben gewendete Sohle nur noch vorn breit und nach hinten zu einem schlanken Dreieck zugespitzt. Das Tier krümmt den ganzen Körper zu einem Halbmond zusammen, abwechselnd nach rechts und links, mit großer Lebhaftigkeit. Die Ausschläge werden geradezu grotesk durch das große Kopfsegel, das herüber und hinüber pendelt, und durch die zu riesigen, flachen Ohrmuscheln geschwellten Stiele der Rhinophoren, von denen jetzt die linke über die rechte hinwegklappt und dann die rechte über die linke. Das wunderliche Verhalten ist keineswegs abnorm, sondern wird anscheinend freiwillig begonnen und

über eine halbe Stunde lang fortgeführt. Man nimmt gewöhnlich an, daß die aufgeblähten Rückenfortsätze Einrichtungen sind, um das spezifische Gewicht zu erleichtern und beim Schwimmen als Schwebmittel zu dienen. Sie lösen sich ziemlich leicht ab und wachsen wieder nach, sie sollen, nach Krumbach, wieder vollendet sein, wenn eine neue Periode pelagischen Lebens einsetzt. Nach unseren Erfahrungen verhalten sie sich wie die Rückenpapillen anderer Äolidier auch, nur daß sie sich bei Tethys in zwei verschiedene Formen differenziert haben, die blattförmigen Anhänge und die verzweigten Kiemen dazwischen. Die letzten kleinen Anhänge auf dem Ende des Rückens stellen noch die gemeinsame Mittelstufe dar: kleine Blätter mit vereinzelten Kiemenfäden am Rande. Übrigens werden die Absonderlichkeiten der schwimmenden Tethys nur durch die großen Anhänge bedingt, sonst



Phyllirhoe bucephala *Pér. et Les.*, im Hellen. Fünfmal vergrößert. a, b Ganglien, c Darm, d Leber, e Herz, f Niere, g Fortpflanzungsorgane. (Zu S. 500.)

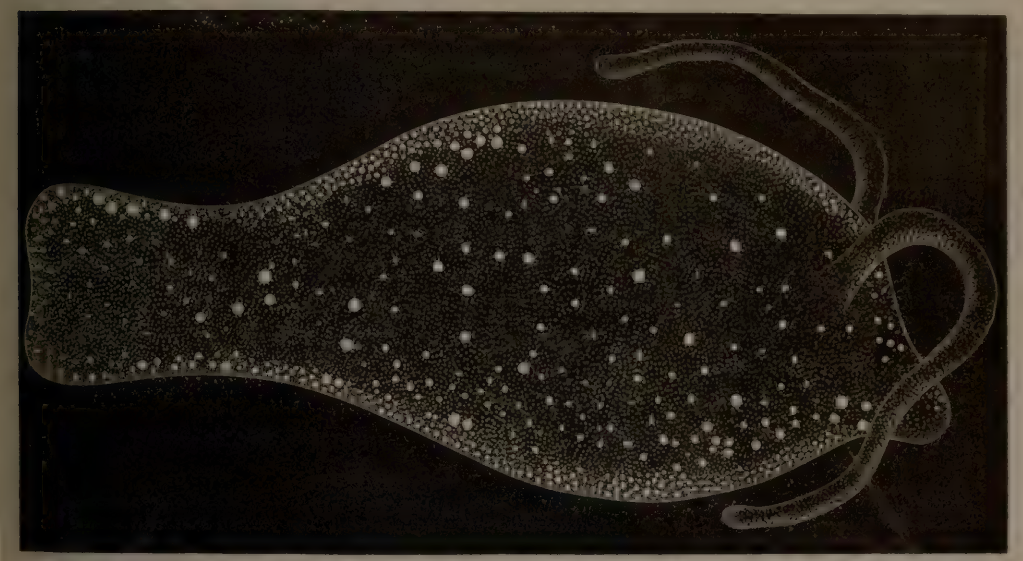
lassen sich die Bewegungen leicht auf bekanntes Benehmen bei Lungenschnecken zurückführen, das ruhige Gleiten auf das Verhalten einer Limnaea etwa, die am Wasserspiegel gleitet, und der Serpentintanz auf die abwechselnden Ausschläge eines fadenspinnenden Limax im Reize grellen Sonnenlichtes.

Die entsprechende Wellenbewegung, wie sie Rochen, Planarien und die Seitenflossen der Zephalopoden ausführen, bemerken wir bei Tethys, wenn sie, den Fuß nach unten, durch das Wasser gleitet, besonders um sich auf den Boden niederzulassen, dem sie dann glatt anhaftet, oder sich von ihm zu erheben. Hier ist es die Sohle, die in voller Verbreiterung diese lebhafte Bewegung ausführt. Am Boden kriecht die Schnecke eilig dahin; „im Boden selbst kommt sie“, wie Krumbach mitteilt, „nur langsam vorwärts. Sie gräbt sich so ein, daß sie sich von den Seiten her mit Sand überschüttet.“

Die Ernährung scheint jetzt genügend aufgeklärt. Die Schnecke besitzt keine Radula, trotzdem ist sie ein arger Räuber. An der Oberfläche nimmt sie pflanzliches und tierisches Plankton auf, einschließlich Jungfische. Am Boden erbeutet sie wohl vorwiegend Kruster, im Boden unter anderem kleine Schlangensterne. „Wie verfährt die Tethys dabei?“ fragt Krumbach. „Da sie weder gewandt schwimmt, noch lange hungern kann, muß es ja

wundernehmen, wie sie zu so reicher Beute kommt. Sie fischt einfach alles mit dem großen Schöpfsack vor ihrem Munde zusammen. Der Rand dieses Schöpfsackes ist außen und innen (innen am meisten) mit einer Unzahl höchst nervöser Fühlfäden versehen, und die Sackwände sind von Muskelfasern durchwirkt, die von dem an seinem trichterförmigen Grunde befindlichen Munde radial und kreisförmig ausstrahlen. Wenn die Tethys mit diesem Apparat an der Oberfläche fischt, so gebraucht sie ihn wie eine Reuse, die im Begriff ist, aus dem Wasser herausgehoben zu werden. Wenn sie damit den Grund absucht, so überdeckt sie einfach die Beute, etwa in der Art, wie wir mit der hohlen Hand verfahren.

„Es scheint, als ob der Rand des Sackes wahllos so ziemlich alles aufnimmt, was sich bewegt und eine gewisse Konsistenz hat. Darüber, ob der Fang wert ist, behalten zu werden,



Phyllirhoe bucephala *Pér. et Les.*, im Dunkeln, mit Hervorhebung der leuchtenden Stellen. Fünfmal vergrößert. (Zu S. 500.)

entscheidet erst der Mund. Das zeigte sich bei Fütterungsversuchen. Gab ich Bissen von Sepienfleisch und -eingeweiden zugleich, so nahmen die Fimbrien beides gleichmäßig an; der Mund aber gab die Eingeweide zurück. Das geschah auf beinahe komisch wirkende Weise. Es entstand alsbald in dem Sacke eine Falte, in der der verschmähte Bissen sozusagen mit allen Zeichen des Abscheus hinausbefördert wurde ... Mit Fischfleisch und Molluskenfleisch ließen sich die Tethyen monatelang erhalten."

Auch die Fortpflanzung konnte Krumbach beobachten. Vorspiel und Begattung erfolgen ähnlich wie bei Helix, nur flüchtiger. Sie wiederholen sich von Zeit zu Zeit. Der Laich stellt ein gallertiges Spiralband dar, in welches die Eier eingelassen sind. Er gleicht etwa einem Hobelspan, dessen Länge zwischen der eines Fingers und eines Fingergliedes schwankt. Wo die Eiermasse zu Ende ist, bildet sich noch ein unregelmäßiges Schleimstück aus, das zunächst noch klebrig ist und sich mit Sandkörnchen bedeckt. Es stellt einen Treibanker dar, welcher den elastischen Laich in wagerechter Lage am Boden festhält. Die zuerst nach der Begattung abgelegte Laichschnur ist die längste, die nachfolgenden werden immer kürzer. Schließlich sterben die Tiere, offenbar nach Erschöpfung der Geschlechtsdrüse.

Bemerkenswert ist noch, daß Tethys zu den phosphoreszierenden Seetieren gehört.

Der Umstand, daß abgerissene Rückenpapillen ihre Beweglichkeit noch eine Zeitlang bewahren, hat wiederholt Zoologen verleitet, sie als Würmer zu beschreiben.

Ganz abweichend verhält sich die dritte Form, die niemals mehr festen Boden berührt, Phyllirhoe *Pér. et Les.*, wiederum rings um den Gleicher verbreitet. Das Tierchen ist nicht ganz 3 cm lang, seitlich platt und mit zwei langen, schlappen Fühlern versehen. Es ist im Mittelmeer eine häufige Beute im feineren Oberflächennetz, entzieht sich aber oft dem Blicke infolge seiner außerordentlichen Durchsichtigkeit. Man kann wirklich durch seinen Leib hindurch lesen (Abb., S. 498). Panceri überzeugte sich vom Leuchten des Tieres im Dunkeln, wenn er das Gefäß schüttelte oder die Schnecke berührte; sie gab auch, wie viele andere Leuchttiere, ihren Schein von sich, wenn sie in Süßwasser getan wurde. Am vollständigsten war die Lichterscheinung, wenn eine Ammoniaklösung über das Tier gegossen wurde. Dann erglänzte der ganze Körper samt den großen Fühlern in lebhaftem blauem Lichte, das bald mit dem Leben erlosch. Panceri hat gefunden, daß das Licht von den Nervenzellen, besonders den oberflächlich unter der Haut liegenden, ausgeht und an eine Substanz gebunden ist, welche auch nach dem Tode des Tieres durch verschiedene Reize, namentlich süßes Wasser, wieder zum Lichtausstrahlen gebracht werden kann. Die Drüsenzellen sind inzwischen näher untersucht.

Wie ist diese Form entstanden und pelagisch geworden? Die Antwort dürfte uns eine ganz ähnliche Schnecke geben, die von Chun gefunden und nachher von Elise Hahnel als Cephalopyge *Hahnel* beschrieben wurde, weil der After in den Nacken gerückt ist. Das Tier hatte noch einen Rest vom Fuß, mit dem es an Halistemma, einer Siphonophore, befestigt war. Er stellt sich als die Fußdrüse dar. Hier haben wir also einen Äolidier, der in typischer Weise an einem Polypenstock sitzt. Der Polyp hat sich aber inzwischen vom Ufer losgelöst und ist pelagisch geworden, mit ihm die Schnecke, zunächst noch haftend, endlich gleichfalls losgelöst und somit eupelagisch.

Vierte Ordnung:

Flossenfüßer, Ruderschnecken (Pteropoda).

Konnten wir eben noch den Übergang vom Benthos zur hohen See verfolgen, so haben die Flossenfüßer den Zusammenhang mit der Küstenzone längst aufgegeben; sie sind durchweg eupelagische Schwimmer geworden, deren ganze Organisation von solcher Lebensweise beherrscht wird. In erster Linie fallen die Flossen ins Auge, durch deren unausgesetzten Schlag die Bewegung ausgeführt wird. Man hat sie dieser flatternden Flügel wegen auch Schmetterlinge des Meeres getauft. Sie erinnern darin ebenso an die beschalten Hinterkiemer, wenn sich ein Gasteropteron *Meck.* etwa mit den seitlichen Fußlappen vom Boden erhebt. Die Ruderwerkzeuge gehen auf dieselbe Grundlage zurück, und Pelseneer hat versucht, die Pteropoden in zwei parallelen Reihen von den beiden Tektibranchiengruppen, die zu gelegentlicher Ruderbewegung befähigt sind, abzuleiten, d. h. von den Bulliden und Aplysiiden. Die Konzentration des Schlundrings paßt wohl im einzelnen, aber die Umbildungen gehen bei den Flossenfüßern doch viel weiter in den verschiedensten Richtungen, so daß man in ihnen wohl einen älteren Stamm erblicken möchte, der den Schritt vom Boden ins freie Meer weit früher, wenn auch auf einem ähnlichen Wege, vollzogen hat, wie ihn die heutigen Tektibranchien eben erst betreten. Dazu kommt, daß man von den Pteropoden schon bestimmte Spuren in paläozischen Ablagerungen gefunden zu haben glaubt, während die Opisthobranchier erst in mesozoischen auftreten

sollen. Doch dürfen wir auf diese Beweisführung nicht allzu großes Gewicht legen; es spielen da wohl manche Zufälligkeiten mit, Zartheit der Schale und dergleichen. Lassen wir dieses Problem lieber beiseite. Es genügt, daß die Flügel auf seitliche Fußlappen zurückgehen. Vom Kriechfuß ist nur noch ein schwacher, außer Dienst gestellter Rest in der Mitte vorhanden, mit schmalen, abgegliederten Seitenteilen.

Die Tiere sind teils beschalt, teils nackt. In der Mitte steht noch eine eigentümliche Gruppe mit einer Pseudoconcha, einer inneren Gallertschale, die von einer dünnen Mantelschicht überzogen ist. Die Sinneswerkzeuge sind auffallend schwach entwickelt, die Fühler klein, ein Paar bei den beschalten, zwei Paar bei den nackten. Die Augen sind ganz verkümmert. Eine Geruchsleiste, Osphradium, ist überall vorhanden. Am wenigsten ist die Ohrblase oder Statozyste von der pelagischen Lebensweise beeinflußt, mit vielen Hörsteinchen oder Statolithen; das Gleichgewichtsorgan ist für die lebhaften Schwimmer am wichtigsten. Eine Mantelhöhle, nur in einem Falle mit besonderer Kieme, kommt allein den beschalten Formen zu, bei den nackten sind Hautstellen an der Seite oder am Ende zu sekundären Kiemen umgewandelt; sie sind aus embryonalen Wimperkränzen hervorgegangen. Die Ruderschnecken sind durchweg Zwitter, die einen schwimmenden Laich erzeugen, eine nackte Form ist lebendiggebärend. Von der weiblichen oder besser der Zwitteröffnung führt eine Samenrinne zum weiter vorn gelegenen Penis, wie bei vielen im Meere lebenden Gastropoden.

Grundverschieden ist die Ernährung bei den beschalten und den nackten Formen. Die ersteren leben von kleinen Planktonwesen, die sie durch mechanisches Wimperspiel dem Munde zustrudeln. Die nackten sind tüchtige Räuber. Damit hängt manche weitere Folgerung zusammen. Bei den beschalten kommt es kaum zu einer Kopfbildung, welche bei den nackten viel stärker hervortritt. Die Radula beschränkt sich bei den beschalten auf wenige Zahnreihen mit je 3 Zähnen in einer Querreihe, oder sie fehlt ganz. Bei den nackten sind die Zähne weit zahlreicher, mannigfach differenziert, mit Neigung zum Ptenoglossengebiß, das wir bei räuberischen Prosobranchiern und Pulmonaten kennenlernten. Dazu gesellen sich verschiedene Fangapparate von ganz neuer Art. Seitliche Mundverdickungen wirken als Kiefer, die aus zahlreichen bedornten Plättchen bestehen. Bei manchen können sie in Taschen, „Hakensäcke“, zurückgezogen und wieder ausgestülpt werden. Der Körperumfang ist gering, im Durchschnitt bleibt er hinter dem der übrigen Gastropodenordnungen zurück.

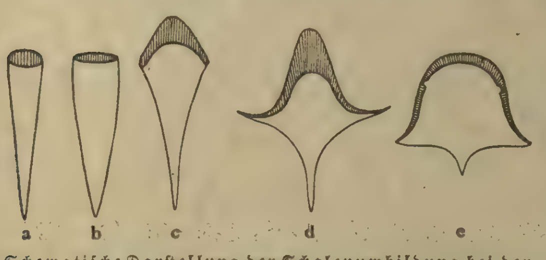
Die Tiere bewohnen alle Meere, am reichsten die tropischen. Sie halten sich wohl in den oberen Wasserschichten, keineswegs aber bloß an der Oberfläche, sondern steigen in täglichen Wanderungen auf und ab. Damit hängt es vermutlich zusammen, daß sie im allgemeinen nicht völlig durchsichtig und auch nicht farblos sind, sondern mancherlei stumpfe, aber auch grellrote Farben zeigen. Die Ordnung umfaßt nur etwa 90 sichere Arten, die sich auf 12 Familien mit 28 Gattungen verteilen. Auch die neueren Expeditionen, unter denen die der Valdivia mit der eingehenden Bearbeitung von Meisenheimer voransteht, haben nur spärliche Neuheiten zu dem alten Bestande hinzugefügt.

1. Unterordnung: **Beschalte Ruderschnecken** (**Thecosomata** und **Pseudothecosomata**).

Das wesentlichste Merkmal prägt dieser Gruppe die planktonische Ernährung auf. Die Flosse, in der man die einzelnen schräg sich kreuzenden Muskelbündel, elegant ausstrahlend, durchscheinen sieht, hat am Hinterrand ein wimperndes Feld, das sich nach dem Körper zu

verschmälert und bis zum Munde reicht. Dadurch wird das Mikroplankton ununterbrochen, d. h. so lange die Flügel sich regen, in den Mund hineingespült; von einem aktiven Zubeißen oder Schnappen ist nicht die Rede, die Radula wird nicht vorgestreckt.

Das zweite Kennzeichen liegt in der Bildung der dünnen, aber festen Schale. Die Reihe beginnt mit Limacina *Cuv.*, deren Schale einem normalen, länglichen Schneckenhause mit kegelförmigem Gewinde durchaus gleicht, sie kann sogar noch durch ein Operkulum geschlossen werden. Aber für das Schwimmen ist eine symmetrische Schale vielleicht geeigneter. So lösen sich denn die Umgänge voneinander ab, und die Schale streckt sich in einer Ebene aus, so daß sie einen schlanken Kegel bildet, zunächst indes noch mit gekrümmter Spitze. Bei Creseis *Rang* finden wir die reine Kegelform, und von hier vollzieht sich durch die verschiedenen Arten von Clio *L.* hindurch, wie es unsere Abbildung zeigt, unter allmählicher Verbreiterung und Verlängerung der Mündungsränder die Umformung, die in Cavolinia *Gioeni* (Hyalea der meisten Bücher) mit stark bauchiger Ventralseite gipfelt. Bei ihr würde man auf den ersten Blick das Schneckenhaus nicht mehr erkennen. Sie ist die einzige, die in der Mantelhöhle noch eine Kieme birgt. Der Mantel verlängert sich, wie wir an dem schwimmenden Tiere sehen, in ein Paar spitze und geteilte Lappen, die aus den Seitenrändern herausragen und meist für Schwebfortsätze gehalten werden. Die Schalen sind übrigens keineswegs so einförmig, wie es die Umrißzeichnungen erscheinen lassen, der Querschnitt wechselt, die Spitze kann fein gekielt sein, bei den größeren kommen Querrippen als Anwachsstreifen hinzu; auf abweichende Formen wollen wir nicht weiter eingehen. Cavolinia hat eine bräunliche Schale, die schmutzigen Flügel sind trüb lila angehaucht, die dunkleren Flecke (in der Abbildung) braun, Farben, die mehr auf Dämmerlicht deuten. Die Tiere sind lebhaft genug; wir sahen C. tridentata *Gmel.*, die schon etwas matt uns gebracht wurde und am Boden lag, sich wieder erheben mit Schlägen, die sich 110—115mal in einer Minute wiederholten und dabei doch



Schematische Darstellung der Schalenumbildung bei den Cavoliniiden, von der Ventralseite gesehen. Nach Boas. a) Creseis, b) Clio australis, c) Clio pyramidata, d) Clio cuspidata, e) Cavolinia. Aus J. Meisenheimer, „Pteropoda", Jena 1905 („Wissensch. Ergebn. der deutschen Tiefsee-Exp. auf d. Dampfer ‚Valdivia' 1898—1899", herausg. von C. Chun, IX. Bd.).


Cavolinia (Hyalea) tridentata *Gmel.* Wenig vergrößert.

sehr ausgiebig waren. Wenn man das mit ansieht, kann man sich fragen, ob die bisher angenommene Ernährungsweise möglich ist: kann das Epithel des auf den Flossen gelegenen Wimperfeldes bei den Wasserströmen, die von den schnellen Flossenschlägen erzeugt werden müssen, noch etwas ausrichten?

Von der Fortpflanzung berichtet Gegenbaur, der sie in Messina beobachtete: „Die Eier der Pteropoden aus der Gruppe der Cavolinien werden in einfache glashelle Schalen gelegt, welche 0,2—0,3 Linie Durchmesser und eine oft bis zu mehreren Zollen sich erhebende Länge besitzen. Die Schnüre selbst werden nicht nach Art anderer Meergastropoden an feststehende Körper, wie Steine, Seepflanzen usw., befestigt, sondern bleiben, wenn sie gelegt sind, dem Spiele der Fluten überlassen, wo sich die Embryonen entwickeln, um sogleich nach Verlassen der Eierschnur die pelagische Lebensweise der Eltern fortzusetzen." Es gelang Gegenbaur während seines Aufenthaltes in Messina, mit der im Dezember beginnenden kühleren Jahreszeit bei täglicher Erneuerung des Wassers längere Zeit hindurch in Glasgefäßen eine Anzahl Pteropoden zu halten, die ihn immer reichlich mit Eierschnüren versorgten. Dadurch ließ sich feststellen, daß Cavolinia tridentata binnen zwei Tagen gegen 200 Eier legte, Cavolinia gibbosa 60—80, ebenso viele ein paar Kleodoren. Nachdem der Embryo sich vorn mit einer Wimperschnur umgeben und hinten eine feine Schale abgesondert hat, durchbricht er am siebenten oder achten Tage seiner Entwickelung seine spezielle Eihülle und sucht sich, in der engen Röhre der Eierschnur auf und ab wirbelnd, seinen Ausweg ins Freie, um dort sein Schwärmstadium als Larve zu beginnen. Der Wimperkranz am Vorderteil wird allmählich oval und erhält zwei Einbuchtungen, wodurch zwei Lappen entstehen, die uns schon bei anderen Gastropoden als die Segellappen bekanntgeworden sind. Sehr ausgebildet ist das Segel bei den oft in unzählbaren Mengen im Meere beisammen befindlichen Larven der Creseis, gebildet durch zwei tief eingebuchtete Lappen.



Gleba cordata *Forsk.* (Tiedemannia neapolitana). Natürliche Größe. a Körper, b Flosse, c Rüssel. Auf der einen Seite sind die Flossennerven eingezeichnet.

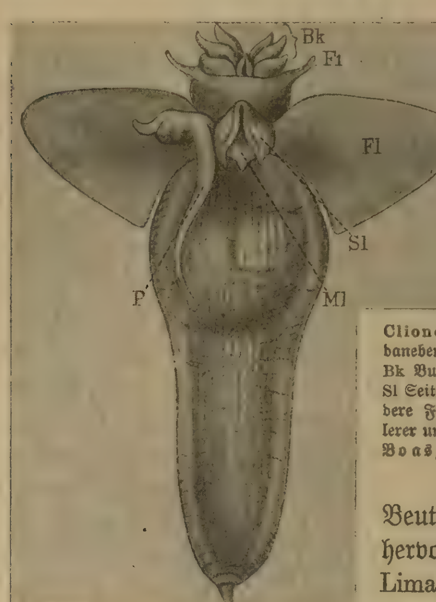
Von der Gattung Limacina *Cuv.* ist namentlich die Art L. helicina *Phipps* durch ihre Verbreitung wichtig, denn sie lebt in der Arktis und Antarktis; man kann den beiden Formen höchstens den Rang von Unterarten zugestehen. Die antarktische geht bei Afrika allerdings bis zum 31. Grad südl. Breite.

Die Pseudothetosomen beginnen zwar auch mit einer echten beschalten Gattung, Peracle *Forb.* Aber bei den verwandten Gattungen Cymbulia *Pér. et Les.* und Gleba *Forsk.* (meist noch als Tiedemannia *Chiaje* geführt) ist von einer Außenschale keine Rede mehr. Cymbulia hat, vom Mantel bedeckt, eine ziemlich feste Gallertschale, von der Form eines Holzschuhs, bei Gleba wird sie außerordentlich zart. Das Epithel wird leicht verletzt, worauf sich die flache Schale ablöst, da der Zusammenhang mit dem Tier sehr locker ist. Gleba (s. Tafel

„Weichtiere II", 10, bei S. 479) ist die größte Ruderschnecke, die wir kennen, mit zwei Arten im westlichen Mittelmeer und Atlantischen Ozean. Hier, an den Kanarischen Inseln, kommt noch der kleine Desmopterus *Chun* hinzu, an dem bisher gar keine Schale nachgewiesen wurde. Bei diesen Tieren werden die Flossen viel größer und vereinigen sich hinten, bei Cymbulia hängt hier ein unpaarer Faden von unbekannter Bedeutung. Desmopterus erhält Schwalbenschwanzähnlichkeit durch einen langen Taster, der jederseits der Flosse ansitzt und als Epipodialtaster zu deuten sein dürfte, wie wir solche namentlich bei den Rhipidoglossen antrafen; bei Gleba erreicht die verschmolzene Flosse ihr Maximum, mit breiten Flecken an den gewellten Seiten. Hier kommt noch eine andere Neubildung hinzu, die Verlängerung der Kopfgegend zu einem Rüssel, auf dessen Spitze die Mundöffnung liegt. Er hat zwar eine gewisse Beweglichkeit, ist aber kein eigentlicher Fangapparat geworden, sondern die Nahrung wird auch hier von beiden Seiten durch Wimpern dem Munde zugeleitet.

2. Unterordnung: **Nackte Ruderschnecken (Gymnosomata).**

Bei den nackten Ruder- oder Flügelschnecken bildet der Körper einen langen Kegel oder einen rundlichen Sack, an dem der Kopf etwas abgesetzt erscheint, eine eingestülpte Mantelhöhle aber fehlt. Unter den Fangapparaten, die den Räubern zu Gebote stehen, sind die Hakensäcke am verbreitetsten, wie wir sie im ausgestülpten Zustande an der Pneumoderma-Larve (c in der Abb., S. 505) sehen. Die am längsten bekannte Form, das Walaas, Clione limacina *Phipps*, hat auch sechs Buccalkegel oder Cephalokonen; sie stehen in einem Kreis um die Mundöffnung, sind mit Klebdrüsen zum Festhalten der Beute versehen und können etwa mit dem Kranz stärker hervorragender Hautrunzeln um die Mundöffnung eines Limax verglichen werden. Clione, die mit lebhaftem Purpur geschmückt ist, scheint ausschließlich Limacina helicina zu jagen, wie sie selbst wieder eine Hauptnahrung der nordischen Bartenwale bildet. Sie erscheint vorzugsweise an hellen, sonnigen Tagen an der Oberfläche, womit vielleicht die auffällige Färbung zusammenhängt. „Sie ist die einzige Art unter den Gymnosomata, bei welcher die Begattung direkt wahrgenommen wurde: zwei Individuen stellen sich vertikal und berühren sich mit ihren Ventralseiten; der kurze Arm des zweiästigen Penis dringt in die weibliche Geschlechtsöffnung des anderen Tieres, der längere Arm ist nach hinten gewendet und dient wohl nur als Reizorgan. Die Begattung ist eine wechselseitige und dauert etwa vier Stunden; nach 20—24 Stunden erfolgt die Eiablage. Der Laich besteht aus ziemlich großen, gallertartigen Klumpen oder Schnüren, welche sehr zahlreiche Eier





Clione limacina *Phipps* in doppelter, rechts daneben die Larve in dreifacher Vergrößerung. Bk Buccalkegel, Fl Flosse, Ml Mittellappen, Sl Seitenlappen des Fußes, P Penis, F1 vordere Fühler, W1, W2, W3 vorderer, mittlerer und hinterer Wimperring. Nach J. E. V. Boas, „Spolia Atlantica", Kopenhagen 1886.

enthalten." (Tesch.) Auch diese Art spaltet sich, wie ihr Beutetier, in zwei Unterarten, eine arktische und eine antarktische. Die arktische, die das Nördliche Eismeer bewohnt, ist schon am Kap Hatteras unter 35° nördl. Breite sowie an der Südwestspitze Englands gefangen, die antarktische hält sich am südlichen Eisrande, ist aber auch schon auf der afrikanischen Seite bei 35° südl. Breite gefunden worden. Immerhin trennen noch 70 Breitengrade beide Gebiete. Es ist eine der umstrittensten Fragen, wie diese Entfernung zu überbrücken ist. Die eine Ansicht geht dahin, daß die Tiere ursprünglich in den Tropen hausten und von da allmählich gegen die Pole vordrangen. Dabei bleibt es nur schwierig zu erklären, warum sie sich bei diesem Vorgang, der doch lange Zeit in Anspruch nehmen mußte, so wenig verändern konnten. Daher glauben andere, daß die Larve, die schon in tieferem Wasser gefischt wurde, gelegentlich durch Strömungen in der kalten Tiefe aus einem Eismeer ins andere gelangte, wie wir ja solches Hinabwandern bei den Vorderkiemern durch den halben Atlantischen Ozean verfolgen konnten. Die abgebildete Larve (S. 504) zeigt die drei Wimperkränze, ähnlich wie bei Amphineuren und Scaphopoden. Der vorderste entspricht dem gewöhnlichen Velum.



Fast reife Larve von Pneumoderma *Cuv.* Stark vergrößert. a', a'' mittlerer und hinterer Wimperkranz, b Mund, c ausgestülpte Hakensäcke, d Kopfabschnitt, e Saugarme, f Flossen.

Die Pneumodermatiden haben statt der Buccalkegel ein anderes Werkzeug, das einst Cuvier veranlaßte, die Pteropoden als eigene Klasse neben die Cephalopoden zu stellen, nämlich zwei mit Saugnäpfen versehene Arme, die in eine besondere Tasche zurückgezogen werden können. Bei dem von Meisenheimer beschriebenen, allerdings bisher nur in einem einzigen Stück im Indik erbeuteten Schizobrachium *Meisenh.* sind sie sogar vielfach gegabelt und verzweigt. Wir sehen sie an der Pneumoderma-Larve (e in der Abb.). Wie die hinteren Wimperkränze zu Kiemen werden, zeigt sehr hübsch die zu derselben Familie gehörige Spongiobranchiaea australis *Orb.*, die dunkelbraun ist, aber mit zwei farblosen Ringen an den entsprechenden Stellen. Meisenheimer wies auf dem Rücken ein besonderes Drüsenfeld nach. Es kommt wohl bei der Schilderung, die Gegenbaur von Pneumoderma gibt, in Frage. Er erzählt uns: „Reizt man ein frisch eingefangenes Pneumoderma, dessen Hautdrüsen man durch ihre weiße Färbung noch als gefüllt erkennt, mittels einer Nadel und dergleichen, so überzieht sich alsbald die ganze Körperoberfläche mit einer trüben, zuweilen weißlich erscheinenden Hülle, einer Art Membran, die fetzenweise von der Oberfläche des Tieres sich abziehen läßt. Oft auch bildet das ausgetretene Sekret keine solche zusammenhängende häutige Masse, sondern hüllt anfänglich das Tier in eine leicht opalisierende Wolke ein, welche dann rasch sich zu Boden senkt und verschwindet. Man kann dieses Experiment in Intervallen von 2—6 Minuten mehrere Male wiederholen, doch ist jedesmal das spätere von einem

geringeren Erfolge begleitet, und zuletzt währt es sogar stundenlang, bis die Drüsen wieder mit hinreichender Sekretmasse gefüllt sind. Ob dieses Drüsensekret nicht aus einem Auswurfsstoffe des Körpers sich gebildet, oder ob seine Ausscheidung als Verteidigungsmittel dient, wage ich nicht mit Bestimmtheit zu entscheiden; vielleicht ist beides der Fall; daß es zur Verteidigung verwendet wird, lehrt nicht nur die Entleerung desselben bei der leisesten Berührung der Haut mit einem fremden Körper, sondern vorzüglich folgende oft gemachte Beobachtung. Wenn es sich traf, daß Pneumodermen mit gefräßigen Firolen (d. h. Pterotrachea, S. 443) oder beutelustigen Phyllirrhoen (S. 500) in einem und demselben Gefäße sich befanden, so kam es bald zu einer Jagd auf die schwächeren Pneumodermen, die trotz ihrer Gewandtheit ihren Gegnern nicht entgehen konnten. Sooft nun einer der Räuber einem der geängsteten Tiere zu nahe kam und es mit dem geöffneten Hakenapparat (Radula) zu packen suchte, hüllte sich das Pneumoderma in eine Wolke; der nacheilende Räuber hielt wie erschreckt dann inne, und der Verfolgte gewann einen Vorsprung, um wenigstens für einige Zeit zu entrinnen. Freilich war dies Mittel kein beständig wirkendes, denn bald begann die Verfolgung von neuem, nach mehrfacher Wiederholung desselben Versuches versiegte die Absonderung des schützenden Sekretes, und der Stärkere erhaschte endlich die oft entgangene Beute."

In der Fortpflanzung weicht die kleine, sackförmige Halopsyche *Bronn* ab, da sie vivipar ist. Neuerdings wurden zwei Formen gefunden, die noch wie Larven aussehen, aber schon fortpflanzungsfähig sind, Paedoclione *Danforth* und Thalassopterus *Kwieln.* Hier haben wir wohl Fälle von Neotenie, d. h. von Geschlechtsreife auf sonst jugendlicher Stufe, wie sie bei den Amphibien oft vorkommen und im Axolotl ihren schärfsten Ausdruck gefunden haben.

Zum Schluß noch ein paar Worte über die Bewegung! Die Pteropoden können sich nur durch ununterbrochenes Schlagen ihrer Flossen, ähnlich den Flügelschlägen der Schmetterlinge, vorwärts bringen oder auf einer und derselben Stelle erhalten. Die Flossen arbeiten unausgesetzt mit großer Leichtigkeit und Geschicklichkeit, und je nach ihrer Stellung bewegt sich das Tier geradeaus fort, steigt oder sinkt, wobei der Körper immer aufrecht oder leicht geneigt bleibt. Mitunter dreht er sich auch um sich selbst oder kann anscheinend ohne Bewegung seine Stelle behaupten. Letzteres vermögen jedoch nur sehr wenige Arten, und die allgemeinste Bewegung ist schmetterlingsartig. Wenn sie während ihrer Bewegung durch die Erscheinung eines fremden Körpers oder durch einen Stoß an das Gefäß, in dem man sie aufbewahrt, beunruhigt werden, so schlagen sich die Flügel übereinander oder werden, wie bei Cavolinia, eingezogen, und das Tier läßt sich zu Boden sinken. Die Cavolinien schwimmen schneller als die Kleodoren, sehr langsam die Pneumodermen und Klionen.

Wie wir sahen, hält sich Clione (in den Büchern noch oft als Clio bezeichnet) im Eismeer namentlich in den hellsten Tagesstunden an der Oberfläche auf. Ebenso sind wohl im Mittelmeer manche Pteropoden bei Tage in den obersten Wasserschichten erbeutet. Das scheint indes in den Warmwassergebieten nicht die Regel zu sein. Schon d'Orbigny vermißte sie in den hellen Mittagsstunden. „Aber", sagt er, „gegen 5 Uhr abends, bei bedecktem Himmel, fangen 2 oder 3 Arten, besonders Hyalea, in den ihnen eigentümlichen Verbreitungsbezirken an, an der Wasseroberfläche zu erscheinen. Kommt nun die Dämmerung, so kann man in großen Massen die kleineren Arten der verschiedenen Kielfüßer und Flossenfüßer erhalten. Die großen Arten erscheinen aber erst, nachdem die Nacht sich völlig herabgesenkt hat. Dann zeigen sich die Pneumodermen, die Klionen und die großen Arten der

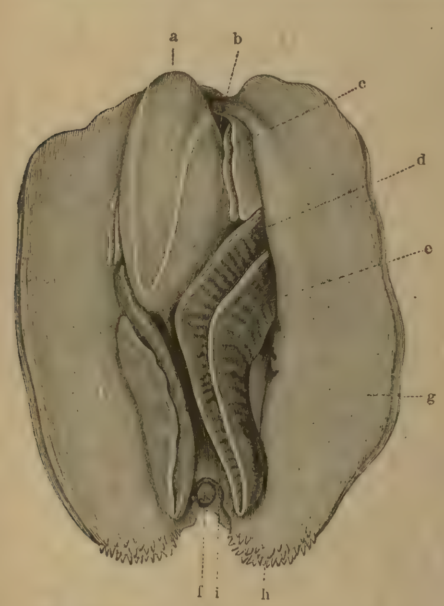
Kleodoren. Einige Arten, z. B. Hyalea balantium *Orb.* (jetzt Clio als Gattung) im Meerbusen von Guinea, kommen sogar nur bei ausnehmend dunkeln Nächten. Bald darauf verschwinden in der Reihe, wie sie gekommen, die kleinen Arten; die großen tun desgleichen, und etwas später, gegen Mitternacht, bemerkt man nur noch einzelne Individuen, die den Rückzug versäumt haben. Eins und das andere ist wohl auch bis gegen Morgen geblieben; aber nach Sonnenaufgang sucht das Auge sowohl an der Oberfläche als bis zu der Tiefe, wohin es dringen kann, vergeblich nach einem Flossenfüßer. Jede Art richtet sich in ihrem Erscheinen und Verschwinden nach bestimmten Stunden oder vielmehr nach bestimmten Graden der Dunkelheit." Man hat wohl den Grund in der Nahrung gesucht, der sie nachgehen. Viel natürlicher klingt Marshalls Auffassung: „Die Pteropoden steigen nach und nach aus der Tiefe nach oben, um so lange wie möglich in demjenigen Lichte zu sein, welches bei Tage in der Zone ihres Aufenthaltes herrscht." Sie suchen, mit anderen Worten, immer die gleiche Lichtmenge, entsprechend dem außerordentlichen Gleichmaß in ihrer ganzen Lebensführung.

Vierte Klasse:

Muscheln (Lamellibranchia).

Man hat zeitweilig die Grabfüßer oder Skaphopoden als eine Mittelstufe zwischen Schnecken und Muscheln aufgefaßt. Bei näherer Bekanntschaft hat man ihnen jedoch den Rang einer besonderen Klasse zuerkennen müssen. Aber der Grundgedanke besteht trotzdem zu Recht, die Muscheln stehen den Grabfüßern in der allgemeinen Anlage nahe; auch sie verdanken vermutlich der Flucht in den Schlickboden ihre wesentlichen Eigentümlichkeiten. Wohl mancher hat aus dem Schlammgrunde eines seichten Gewässers Hunderte und Tausende von Muscheln in etwas schräger Stellung hervorragen sehen, ohne daß ihm klar geworden, ob sie ihm das Vorderteil oder das Hinterteil zukehren. Und eine geöffnete Auster bietet fast gar keine Anknüpfungspunkte zur Orientierung über ihre Körperteile, so daß die meisten Esser sie ohne jeglichen anatomischen oder systematischen Gedanken verschlucken. Wer eine Muschelschale auflieft, kann sie, solange er will, von allen Seiten betrachten, er wird höchstens erraten, an welcher Stelle ungefähr der Mund des Tieres gelegen. Dazu, daß uns die Muscheln im allgemeinen so fremd und gleichgültig bleiben, trägt auch ihr ungemein phlegmatisches Temperament bei. Ihnen gegenüber sind die Schnecken die lebhaftesten Sanguiniker. Denn wenn es auch einzelne Muschelarten des Meeres gibt, die durch schnelles Auf- und Zuklappen der Schalen ziemlich schnell schwimmen können, so sind dies eben seltene und verborgene Ausnahmen. Die übrigen sind fast so bodenständig wie die Pflanzen. Ihre Ernährungsweise treibt sie nicht auf Beutezüge und gegenseitiges Betriegen; angegriffen wehren sie sich nicht anders, als durch das Verschließen ihres Gehäuses, und selbst die Zeit der Fortpflanzung, die so viele andere sonst träge Tiere dazu treibt, ihre Röhren und Schlupfwinkel zu verlassen, vermag nicht die Muscheln aus ihrem Stilleben und ihrer leidenschaftslosen, duldenden Zurückgezogenheit aufzurütteln. Es würde daher, wie schon bei verschiedenen Tiergruppen, mit denen wir uns früher beschäftigt, wenig Befriedigung gewähren, wollten wir uns auf die Biographie der Muscheltiere in ihrer ungemeinen Gleichförmigkeit beschränken. Ganz anders verhält es sich aber, wenn wir uns auf den höheren Standpunkt stellen, von dem aus wir in die Eigentümlichkeiten des Baues selbst einzudringen und die niedrigeren und höheren Organisationen miteinander zu vergleichen

und durcheinander zu erklären suchen. Für jene wichtige Frage der gegenwärtigen Tierkunde, das Abändern und die Entstehung neuer Arten, sind z. B. unsere Süßwassermuscheln von großer Bedeutung. Schon ein paar Jahrzehnte, bevor Darwin seine denkwürdige Hypothese veröffentlichte, fühlte sich der treffliche Roßmäßler besonders durch das Studium jener Muscheln zu dem Ausspruche veranlaßt, daß die sogenannten Arten nichts Beständiges seien, sondern durch fortwährende Anpassung mit teilweiser Erhaltung des Ererbten ineinander übergingen und neu würden. Es wird also für den Naturfreund gewiß sich der Mühe verlohnen, nicht bloß oberflächlich einmal eine Muschelschale in die Hand zu nehmen oder nach abgebrauchter Sammlerweise viele Muschelschalen mit Namen und Nummer versehen unter Glas in sauberen Kasten zu besitzen, sondern auf den Kern einzugehen und durch die Kenntnis der Klasse der Muscheltiere als eines Ganzen niederer Ordnung der Erkenntnis des großen Ganzen sich zu nähern.



Teich- oder Entenmuschel, Anodonta anatina *Cuv.*, von unten gesehen. Mantelhälften zurückgeschlagen. Natürliche Größe. Buchstaben = Erklärung im Text.

Nachdem wir uns sowohl einige leere Schalen als lebende Stücke der gewöhnlichen Fluß- oder Teichmuscheln verschafft, beginnen wir daran unsere Betrachtung. „Ein allgemeines Bild von einem Blätterkiemer oder Muscheltier kann man sich entwerfen, indem man sich ein in eine Decke gebundenes Buch vorstellt: mit dem Rücken nach oben und mit dem Kopfende nach vorn gewendet. Denn die zwei Decken entsprechen rechts und links den zwei Klappen der kalkigen Muschel, die zwei nächstfolgenden Blätter von beiden Seiten dem Mantelblatte des Tieres, das dritte und vierte Blatt jederseits den zwei Paar Kiemenblättern desselben, und der noch übrige innere Teil des Buches dem Körper des Tieres. Doch nehmen diese Blätter vom äußersten an auf jeder Seite bis zum Körper an Umfang ab, so daß die zwei gewölbten Schalenblätter als die größten alle übrigen, wie der Mantel die Kiemenblätter, ringsum einschließen. Alle diese Teile sind längs ihrem oberen Rande wie die Blätter eines gebundenen Buches miteinander verwachsen.“ (Bronn.) Wir machen uns nun diese Worte klar an einer Muschel, die entweder im Wasser, in dem wir sie seit einiger Zeit hielten, abgestorben ist, oder die wir durch kurzes Einlegen in Weingeist töteten. Die Schale wollen wir zuletzt betrachten. Der Rand des Blattes, das den Muschelkörper jederseits bedeckt und zunächst unter der Schale liegt, der Rand des Mantels (g in obiger Abbildung), haftet gewöhnlich längs des Schalenrandes fest, läßt sich aber mit dem flachen Stiele eines Skalpels leicht unverletzt ablösen. Das Hinterende jedes dieser Blätter ist mit zahlreichen Wärzchen (h) besetzt, die außerordentlich empfindlich sind und bei allen denjenigen Muscheln sich finden, die mit der vorderen Körperhälfte sich eingraben. Wir wissen also nun, welchen Körperteil uns diese Tiere aus dem Sande oder Schlamme zukehren. Bei weitem nicht alle Muscheln haben die Mantelränder frei wie unsere Flußmuscheln, sondern auf größere oder geringere Strecken verwachsen. Namentlich am Hinterende bildet der Mantel oft Röhren. Er sondert auch die Schale ab.

Zunächst unter dem Mantelblatte jeder Seite liegen die beiden Kiemenblätter (d. e), ganz besonders stark entwickelt bei unseren Süßwassermuscheln, überhaupt aber immer so bezeichnend und in die Augen fallend, daß davon die ganze Klasse den Namen „Blätterkiemer“ (Lamellibranchia) erhalten hat. Zwischen ihnen nach vorn liegt der keilförmig zugeschnitzte Fuß (a). Man kann sich von dem Gebrauche desselben leicht an lebenden Tieren überzeugen, die man in ein Becken mit Wasser und einige Finger hohem Sande getan. Sobald die Muschel Ruhe um sich herum spürt, lüftet sie die Schale, und die vordere Fußecke erscheint wie eine Zunge zwischen den gleichfalls etwas hervortretenden Mantelrändern. Ist die Umgegend sicher, so kommt der Fuß immer weiter hervor, bei größeren Muscheln 4—5 cm weit; er senkt sich alsbald in den Sand, und das Tier hat die Kraft, sich an dem Fuße aufzurichten. Es dringt, mit dem Fuße einschneidend, mit dem Vorderende in den Boden, und sein langsam zurückgelegter Weg wird durch eine Furche bezeichnet. Der Gebrauch sowohl wie die Lage zu den übrigen Körperteilen, nicht minder die Entwickelungsgeschichte lehren, daß der Keilfuß der Muscheln nichts anderes ist als die Kriechsohle der Schnecken. Außer dem Fuße haben wir an der Teichmuschel noch zwei sehr wichtige Muskeln, nämlich diejenigen, durch welche die beiden Schalenhälften aneinander gezogen werden, und die deshalb die Schließmuskeln heißen. Solange das Tier lebt, kann man nur mit Anwendung großer Gewalt die Muschel öffnen; man bricht oft eher die Schalen aus, als daß die Muskeln nachgeben. Der eine liegt vor dem Munde und bildet durch seine untere Seite mit dem Fuße das Versteck für den Mundeingang. Der hintere liegt unterhalb des Mastdarmes, der, nachdem er über ihm hinweggegangen, etwas nach abwärts biegend hinter ihm zum Vorschein kommt (m' in der Abb. auf S. 516).

Vergeblich sucht man nach einem Kopfe. Die Muscheln haben keinen von dem übrigen Körper abgesetzten Teil, der diesen Namen verdiente. Es ist besonders dieser Mangel eines Körperteiles, nach dessen Vorhandensein man sich über die Gestaltung der höheren Tiere sofort klar wird, der es macht, daß wir uns anfänglich an dem Muschelleibe gar nicht zurechtfinden können. Geht man mit einem dünnen Federkiel auf der vorderen und oberen Kante des Fußes nach aufwärts, wobei man die beiden dreiseitigen Blätter, die jederseits vorn vor den Kiemen liegen, nach aufwärts schlägt, so trifft man mit Sicherheit auf die in einem verborgenen Winkel liegende Mundöffnung (b). Die Mundhöhle der Muscheln ist ohne jegliche Bewaffnung und Vorrichtung für die Zerkleinerung der Speisen, da sich alle diese Tiere nur von mikroskopisch kleinen, niederen Organismen ernähren. Wir werden weiter unten anführen, wie diese Nahrung zum Munde gelangt. Eine kurze, weite Speiseröhre erweitert sich zum Magen. Gleich oberhalb und seitlich von diesem liegt die „Leber“ (i), und von ihm aus steigt der Darm in jenen Körperteil, der sich an den Fuß nach hinten und oben anschließt. Nach einer oder zwei schlingenförmigen Biegungen am vorderen Teile der Rückenlinie unterhalb des Mantels angelangt, verläuft er vollends in ziemlich gerader Richtung bis zum Hinterende, unterwegs (aller Sentimentalität bar) das Herz durchbohrend. In unserer Abbildung sehen wir die Afteröffnung in f, während sowohl oberhalb wie unterhalb derselben sich die Mantelblätter verbinden. Durch die Verlängerung dieser Mantelteile kann auch eine Röhre entstehen, durch welche die Auswurfstoffe entleert werden. Die zwei Paar dreiteiliger Blätter jederseits am Munde (c) heißen die Fühler oder Mundtentakel, auch Lippenanhänge.

Machen wir hier erst einmal halt und nehmen den Faden auf in der Vergleichung mit Skaphopoden und Gastropoden. Mit den ersteren haben die Muscheln das sattelförmige

Herabwachsen des Mantels und das Vorstrecken des schwellbaren Fußes gemein. Für den Fuß allerdings läßt sich die Herkunft von der flachen Kriechsohle nachweisen, wie sie den Gastropoden und Plakophoren eigen ist. Verschiedene altertümliche Muscheln behalten noch die abgeplattete Kriechsohle, die sie nach Schneckenart verwenden. Aber auch sie gebrauchen sie zum Verkriechen in den Sand und Schlamm. Hier liegt ein wesentlicher Unterschied vor gegenüber den Gastropoden. Hinterkiemer benutzen hierzu ja, wie wir sahen, das aus den verschmolzenen Fühlern gebildete Kopfschild; Vorderkiemer aber, wie Natica, lassen Wasser zur Schwellung in ein besonderes Kanalsystem eintreten. Man glaubte lange an ein gleiches Verhalten bei den Muscheln, und die Klarstellung dieser Frage hat eine ausführliche Literatur veranlaßt. Eine Teichmuschel, die man bei ausgestrecktem Fuße aus dem Aquarium nimmt, spritzt starke Wasserstrahlen aus dem Fußrande. Hier sollten die Ein- und Austrittsöffnungen für das Kanalsystem liegen, und das Wasser sollte sich sogar bei der Aufnahme unmittelbar dem Blute beimischen. Das hat sich als falsch erwiesen. Jene Öffnungen entstehen durch Zerreißung bei den gewaltsamen Anstrengungen zum schnellen Zurückziehen des Fußes, wie sie unter normalen Lebensbedingungen ausgeschlossen sind. Vielmehr enthält der Körper Raum genug für die Verdrängung der großen Blutmasse im geschwellten Fuß, sie tritt einfach in den Mantel über. Übrigens ist der Fuß sehr verschiedener Verwandlungen fähig, vom völligen Verschwinden bis zum Ausziehen zu langer Wurmform, bald ist er ein Bohrstempel von rundem Querschnitt, bald hakig gebogen, um sich mit der Spitze zu verankern und dann durch rasches Zurückziehen den Körper springend fortzubewegen.

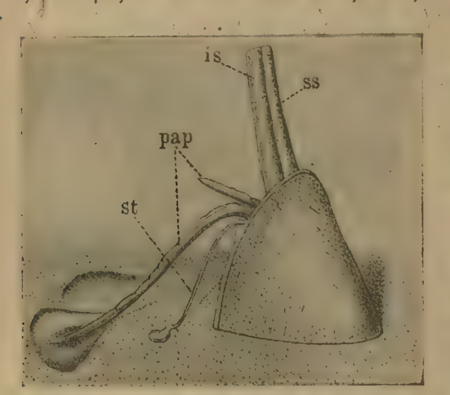
Der Mantel mit der Schale weicht nun von dem der Grabfüßer im wesentlichen dadurch ab, daß er unten nicht verwächst, wenigstens nicht auf der untersten Stufe, bei der wir den Schlüssel für das Verständnis suchen müssen. Deshalb verwächst auch die Schale nicht zum Rohr, sondern ihre unteren Ränder bleiben getrennt. Soll sie trotzdem den Körper beim Graben ringsum schützen, so geschieht das durch Muskelzug. Die Schließmuskeln ziehen die beiden Hälften der Schale von rechts und links gegeneinander, bis — sie oben der Länge nach bricht. Die Schale wird in der Tat beim Embryo als einheitliche Rückenplatte angelegt, die Halbierung tritt erst während der Entwickelung ein. Daraus folgt, daß die beiden Schalenklappen nicht gesonderte Anlagen darstellen, und daß das sie verbindende Rückenband oder Ligament nichts anderes ist als ein Teil der einheitlichen Anlage, nämlich ein Schalenteil, aus dem der Kalk herausgepreßt ist, daß es also nur aus der verdichteten organischen Grundlage besteht, wie sie auch die ganze übrige Schale, die im übrigen nach dem Vorbilde des Schneckenhauses gebaut ist, ganz und gar durchsetzt. Man kann sich gleich an diesen Verhältnissen die Wirkung des Bandes verdeutlichen, das bekanntlich das Öffnen der Schalen bewirkt. Es besteht seiner Struktur nach aus zweierlei aufeinander senkrecht stehenden Fasern, solchen, die von einer Klappe zur anderen herüberziehen, und solchen, die von innen nach außen oder, wenn man will, von unten nach oben ziehen, d. h. welche die beiden Flächen der einheitlich gedachten Schale verbinden; die letzteren überwiegen, worauf es aber nichts ankommt, die ersteren. Durch die Wirkung der zusammengezogenen Schließmuskeln werden nun die letzteren Fasern in ihren unteren Abschnitten einander genähert und zusammengepreßt, in ihren oberen dagegen voneinander entfernt. Lassen die Schließmuskeln nach, so bestreben sich die elastischen Ligamentfasern, das Gleichgewicht wiederherzustellen, unten auseinander-, oben zusammenzurücken, was das Öffnen der Schalenklappen bewirkt. Genau dieselbe Wirkung muß bei den anderen Fasern herauskommen, die von Klappe zu Klappe ziehen. Beim Schließen werden die unteren zusammengepreßt und verkürzt, die

gedehnt. Beim Erschlaffen der Schließmuskeln müssen sich die oberen oder äußeren
en usw. Das Ligament ist somit ein toter Schalenteil, und die geöffnete Schale
cht der Ruhestellung, d. h. der ursprünglich einheitlichen Anlage.

ür die Auffassung der Schließmuskeln oder Adduktoren ist es wichtig, daß sie keines-
leichwertige Gebilde sind. Zwar liegen sie meist symmetrisch zum Ligament, der
e vor, der hintere hinter ihm. Aber der vordere, über dem Mund gelegene, ist aus
n Teilen des Hautmuskelschlauches hervorgegangen, der hintere, unter dem Enddarm
e, entspricht ventralen Teilen desselben. Dazu kommt noch ein Zeitunterschied in
lage. Zuerst entsteht in der Entwickelung der vordere Adduktor, nachher der hintere.
ollen gleich die Bedeutung der Muskeln für das System betrachten, da viele Autoren
nteilung auf deren Verhalten gründen, indem sie die Dimyarier mit zwei von
onomyariern mit einem Schließmuskel trennen. Dazwischen sollen die Hetero
ier stehen mit ungleichen Muskeln. Das Verhältnis scheint folgendes zu sein. Man
on der symmetrischen Anlage ausgehen, die wir eben zur Grundlage nahmen. Da
die grabende Lebensweise eine Abschwächung des Kopfendes und ein Überwiegen
nterteiles zuwege, zumal wenn wir bedenken, daß auch beim tiefen Eindringen in
oden das Hinterende immer bis zur Oberfläche des Schlicks reichen muß, um Atem
r und Nahrung hereinzuholen. Dadurch wird die Symmetrie immer mehr verschoben,
Ligament und Schloß, wie man die gegenseitige Haftstelle auch nennt, dem Vorder-
ch nähern. Dadurch wird eine stärkere Ausbildung des hinteren Adduktors bedingt.
och mehr: sobald die Verschiebung das Schloß über den vorderen Schließmuskel nach
inausführt, wird er mechanisch überflüssig, so wie wir die Kraft einer Zange oder einer
enpresse ausnutzen, indem wir hinten anfassen, nicht aber auch noch nahe der Gelenk-
nach einfachem Hebelgesetz. Aus dieser Ableitung folgt, daß wir mit Dimyariern zu
en haben und von da zu den Hetero- und Monomyariern fortschreiten müssen, ob-
die Ontogenese gewissermaßen mit einem Monomyarier einsetzt. Der erste Schließ-
l des Embryos hat eben mit dem eines erwachsenen Monomyariers nichts zu tun,
ßte erst verschwinden, damit dieser möglich wurde. — Die Kraft der Schließmuskeln
eutend. Sie entspricht etwa der der Wirbeltiermuskeln. Man hat gefunden, daß
ter Umständen ein Gewicht zu heben vermögen, das mehrere tausendmal das des
es, ohne Schale, übertrifft. Übrigens zerfällt ein Schließmuskel wohl in zwei
n von verschiedener Wirksamkeit, die eine ausdauernder als die andere, die dafür
heren Ausschläge ergibt.

Noch fehlt uns der wesentlichste Unterschied der Muscheln sowohl von den Skapho-
wie Gastropoden. Er liegt in der Nahrung. Die freie, selbständige Nahrungsaufnahme
men. Allerdings könnte man da die beschalten Pteropoden heranziehen, die auch nur
onische Nahrung in den Mund strudeln; doch nehmen sie diese wenigstens aus offenem
r, so daß selbst noch die Bildung eines beweglichen Rüssels möglich war. Auch das
och weg bei den Muscheln, da sie sich auf das beschränken, was mit dem Atemwasser
nterende hereingestrudelt wird. Die Entstehung dieser Eigenart ist jetzt aufgeklärt.
a, bei der die Kieme weit hinten liegt und eine kleine Oberfläche darbietet, kann als
el gelten für sehr stark entwickelte Mundlappen, die man früher für Kiemen hielt.
Basis erstreckt sich fast in der ganzen Länge der Fußwurzel, und sie verlängern sich
noch in einen rinnenförmig ausgehöhlten, freien Anhang, der aus der Schale vor-
kt werden kann und wahrscheinlich bei der Zufuhr der Nahrung beteiligt ist. Solches

ist durch Drew sicher festgestellt worden bei einer ebenso primitiven Verwandten, Yoldia limatula *Möll.*, die, wie alle Mitglieder der Nuculiden, ebenfalls sehr große Mundlappen mit Anhang besitzt. Durch die Wimperbewegung in der Rinne dieses frei zwischen den Schalenklappen vortretenden Anhanges wird Schlamm, vermischt mit Nahrungspartikelchen, zwischen den Mundlappen hindurch dem Munde zugeführt. Als mit der Ausdehnung der Kiemen, auf die wir gleich zurückkommen, der zum Atmen nötige Wimperstrom die mikroskopische Nahrung bis in die Nähe des Mundes hereinbrachte, wurden die Anhänge überflüssig; die Tentakel haben dann nur noch die Bedeutung, vorn durch ihr Zusammenstoßen eine Art Oberlippe zu bilden; unter der sich die Nahrung staut, während der Wimperstrom in entgegengesetzter Richtung oben, entlang der Fußwurzel, das Wasser wieder ans Hinterende herausführt. Der Mund macht nicht einmal mehr Schluckbewegungen, auch in ihn tritt ein ununterbrochener Wasserstrom mit der Nahrung ein, der den Darm gleichmäßig durchspült. Damit wird die aktive Tätigkeit der Mundlappen, die sich im Ausstrecken und Schlammsuchen äußert, überflüssig, ebenso Kiefer, Radula, Schlundkopf und Speicheldrüsen, von denen kaum noch einzelne, unsichere Spuren vorhanden sind. Augen, bei der Larve hier und da nachgewiesen, nützen im Schlamm nichts und schwinden. Kurz, jetzt kann von einem Kopf nicht mehr die Rede sein; die Muscheln werden **Acephala**, Kopflose, wie die Klasse ebenfalls genannt wurde.

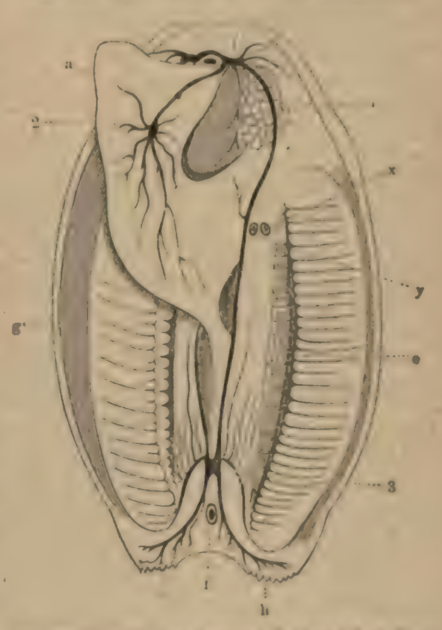


Yoldia limatula *Möll.*, mittels Lappenanhangs Nahrung aufnehmend. Nach Drew. st Siphonaltentakel, pap Anhänge der Mundlappen, is Einströmungs-, ss Ausströmungssipho. Aus A. Lang, „Lehrbuch der vergl. Anatomie der wirbellosen Tiere", 2. Aufl., Jena 1900.

Damit hängt weiter die fehlende Konzentration des Nervensystems zusammen, das wir an der Enten- oder Teichmuschel weiter verfolgen können (Abb., S. 513). Ein Ganglienpaar (1) liegt neben und etwas hinter dem Munde, ein zweites (2) tief im Fuße. Die die beiden Nervenmassen verbindenden Stränge umfassen den Schlund, nicht weniger diejenigen, die das erste mit dem dritten, obgleich weit davon entfernt befindlichen Paare (3) unter dem hinteren Schließmuskel in Verbindung setzen. Es bedarf gar keines großen vergleichend-anatomischen Scharfblickes, um in dem konzentrierten, in der Regel auch aus drei Paaren Ganglien bestehenden Schlundringe der Schnecken diese Teile des Muschel-Nervensystems wiederzuerkennen. Hier und da bedeuten noch weitere, aber immer nur mäßige Gliederungen Reste der verschiedenen Nervenknoten, die bei den Schnecken außer Cerebral-, Pedal- und Viszeralganglien vorkommen; so kann die Kommissur, die vom Hirn nach den Fußganglien hinabläuft, oben in zwei Stränge gespalten sein; dann ist offenbar der hintere Abschnitt des Cerebralganglions, von dem der zweite Strang ausgeht, das Pleuralganglion, und dergleichen mehr. Von Sinneswerkzeugen sind namentlich die Ohrblasen gut entwickelt, so weit die Tiere beweglich sind, bei seßhaften verschwinden sie. Je freier die Bewegung, um so mehr werden die Sinnesorgane differenziert; Taster treten nicht nur an der Einfuhröffnung als Wächter gegen das Eindringen störender Fremdkörper auf, sondern rings am Mantelrand, selbst oft von beträchtlicher Länge, bisweilen selbst wohlentwickelte Augen dazwischen in großer Zahl, wenn auch nicht in den Riesenmengen wie bei manchen Käferschnecken. Endlich eine Geruchsleiste, ein Osphradium, in der Nähe des Atemrohrs oder Einfuhrsiphos, zur chemischen Prüfung des Atemwassers

Gedenken wir nochmals der Nahrung, so fällt bei vielen Muscheln an dem vorderen Abschnitt des langen Darmes eine Erweiterung auf, meist in Gestalt eines Blindsacks, mit einem schlanken kegelförmigen Körper darin, dem Kristallstiel, den wir auch von einigen Vorderkiemern hätten nennen können. Doch ist er bei den Muscheln viel weiter verbreitet. Meist ist er weich, halb gallertig, und besteht aus konzentrischen Schichten von erhärtetem Schleim und Nahrungspartikeln, z. B. Diatomeen, zugleich mit einem Verdauungsferment. Es ist eine Ablagerung in Zeiten des Überflusses und nimmt ab oder schwindet in Zeiten der Not, die ja bei Tieren, welche nicht eigentlich ihrer Nahrung nachgehen, leicht eintreten.

Wir erwähnten vorhin die seßhaften Muscheln. Alle sind ja, mit wenigen Ausnahmen, äußerst träge, und die, welche etwa im Gestein oder Holz bohren, verlassen ihr Rohr niemals wieder. Trotzdem bewegen sie den ganzen Körper, schon um zu bohren, und das weitere Eindringen ist eine Art von Lokomotion. Demgegenüber stehen die, welche mit der Schale festwachsen oder sich mit dem Byssus verankern. Hier haben wir echte Seßhaftigkeit, verursacht durch das Bestreben, außer dem Schlick auch den Felsengrund, soweit er zum Bohren zu hart war, als Wohnstätte auszunutzen. Daß wir darin nur einen sekundären Vorgang erblicken dürfen, ergibt sich aus der Ernährung. Auch die seßhaften verzichten auf freie Nahrungsaufnahme und holen den Bedarf mit dem Atemwasser an dem dem Munde entgegengesetzten Ende herein. Beim Byssus ist die Anheftung unter Umständen nur für eine gewisse Zeitdauer berechnet und kann wieder gelöst werden. Die Byssusdrüse entspricht wohl der hinteren Fußdrüse vieler Prosobranchier; sie besteht aus einer Anzahl von Drüsenschläuchen in fiederartiger Anordnung. Jeder Schlauch liefert einen zähen Faden; die Fäden münden in eine Rinne, die auf der unteren Mittellinie des Fußes nach vorn verläuft, bis zu seiner Spitze. Der Fuß drückt die hier gebildeten Faden fest. Gelegentlich kann der ganze Byssus abgeworfen und erneuert werden. In einfachster Ausbildung ist er nur eine Schleimabsonderung, die bei der Bewegung gebraucht wird, bei Cyclas *Brug*. Hier erfolgt die Fortbewegung spannerartig, wie bei einem Blutegel. Das hintere Fußende setzt sich mit dem Schleimbyssus fest, der Fuß streckt sich und saugt sich mit der Spitze an, dann löst sich der Byssus und die Sohle verkürzt sich, es folgt abermaliges Festsetzen mit neuem Schleimbyssus usw. Diese eigenartige Bewegung kommt freilich nur bei kleineren und kleinsten Formen vor, und selbst unter unseren Kugelmuscheln scheint die größte Art nicht mehr dazu befähigt, während die kleinen an Wasserpflanzen umherklettern und selbst am Wasserspiegel einherschreiten, wenn dieser Balken hat, d. h. wenn ein unsichtbares Schleimband von einer Schnecke darauf liegt. Im Grunde genommen verfährt unsere Wandermuschel nicht anders, nur daß die Pausen zwischen den Schritten auf ein halbes Jahr verlängert werden. Wenn der Winter naht, löst sich der Byssus, und die Muschel sucht in



Nervensystem und andere Organe der Entenmuschel. 1 Hirn- oder Cerebralganglien, 2 Fuß- oder Pedalganglien, 3 Eingeweide oder Viszeralganglien. a Fuß, e Kiemen, f After, g Mantel, h der Tentakelbesatz an der Einführöffnung, i Mundlappen, x, y Geschlechts- und Harnleiteröffnung. (Zu S. 512.)

der Tiefe der Flüsse Schutz; nachdem die Eisdecke geschwunden, steigt sie wieder empor und verankert sich von neuem, um nach dem nächsten halben Jahre das Spiel zu wiederholen.

Von der Wirkung der Wimper- oder Flimmerhaare, um darauf nochmals zurückzukommen, überzeugt man sich durch einen einfachen Versuch. Man lasse sich eine unserer Muscheln in einer mit Sand und einer einige Finger hohen Wasserschicht gefüllten Schüssel ruhig eingraben und streue dann, nachdem sie sich festgesetzt hat, ein nicht zu Boden sinkendes Pulver in die Nähe ihres emporragenden Hinterteiles. Es werden sofort schon vorher bemerkbare Strudel und Strömungen sichtbar. Die Pulverteilchen verschwinden unterhalb des Afterschlitzes, und aus diesem Mantelschlitze, in den der Mastdarm mündet, kommen sie nach einiger Zeit mit einer starken Strömung wieder zum Vorschein. Die ganze innere Mantelfläche, die gesamte Oberfläche der Kiemen und der Lippententakel sind mit lebhaft tätigen Flimmerhaaren besetzt, durch welche ununterbrochene Strömungen unterhalten werden, die den Kiemen neues Wasser und mit diesem dem Munde Nahrung zuführen. Das Verbrauchte und Unbrauchbare aber stoßen die in entgegengesetzter Richtung wirkenden Wimperfelder durch die obere Röhre oder durch den oberen Schlitz wieder aus. Bei denjenigen Muscheln, die, wie unsere Teich- und Flußmuscheln, ihre Eier bis zum Ausschlüpfen der Jungen in den Kiemen tragen, wird der Transport der Eier und die Befruchtung ebenfalls durch diese Strömungen vermittelt. Welche Kraft der Wimperbewegung innewohnt, zeigt ein Mantelstück, das man aus einer lebensfrischen Muschel herausschneidet; es wird auf der Unterlage fortgeschoben und selbst wohl auf schräger Fläche nach oben geführt. Daß übrigens der Wasserwechsel innerhalb der Schale nicht allein durch die Flimmerorgane bewirkt wird, davon kann man sich durch kurze Beobachtung überzeugen. Ohne jede äußere Veranlassung klappt die Muschel von Zeit zu Zeit plötzlich die Schale zu, wodurch natürlic auch ein gewaltsames Abströmen des zwischen den Mantel- und Kiemenblättern enthaltener Wassers erfolgt. Das Öffnen der Schale geschieht darauf langsam.

Der Wasserwechsel hat ursprünglich die Atmung zum Zweck. Die ihr dienende Kiemen zeigen eine sehr verschiedene Ausbildung, die Pelseneer besonders genau verfolg hat. Im einfachsten Falle, bei den Protobranchien oder Urkiemern, liegt hinten recht und links zwischen Körper und Mantel eine gefiederte Kieme wie die Fahne einer Feder Bei allen übrigen sind die beiden Hälften der Fahne parallel nach hinten gerichtet, die einzelnen Fäden sind verlängert und zurückgeschlagen, die äußeren nach dem Mantel zu, di inneren nach der Medianebene, so daß nunmehr jeder Kiemenfaden aus einem ab- un einem aufsteigenden Schenkel besteht. Bei den Filibranchien oder Fadenkiemern be festigen sich die benachbarten Fäden durch starke ineinandergreifende Wimpern. Daraus en stehen bindegewebige Vereinigungen bei den Pseudolamellibranchien oder unechte Blattkiemern; und wenn diese auch noch hohl und von Blut durchflossen werden, wi die Kiemenfäden selber, dann haben wir die regelrechte Kieme der Eulamellibranchie oder echten Blattkiemer, d. h. der meisten Muscheln, also jederseits zwei Blätter, jede mit einem Hohlraum zwischen den auf- und absteigenden Schenkeln und jedes mit zierli durchbrochener Innen- und Außenlamelle. Eine weitere Umbildung findet am Hinteren statt, wo die Kiemen über das Ende des Fußes hinausragen. Hier verschmelzen die beide oberen Längsachsen, von denen die Fäden ausgehen, von rechts und links miteinande ebenso findet jederseits eine seitliche Verbindung mit dem Mantel statt, kurz, der Mante raum hinter dem Fuß wird durch eine Querscheidewand in einen oberen Raum, die Kloak und in einen unteren, den eigentlichen Atemraum, zerlegt; jene öffnet sich durch d

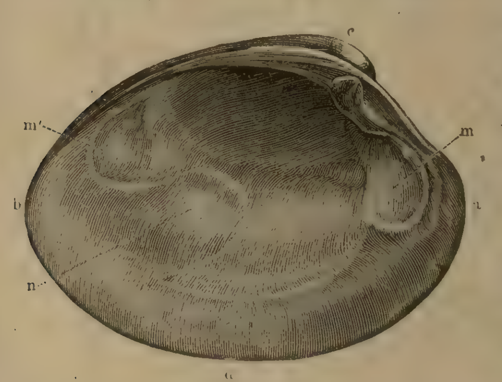
Ausfuhr-, dieser durch den Einfuhrsipho nach außen. Hier und da kommen Verkrümmungen eines Kiemenblattes vor; am stärksten werden sie bei den Septibranchien oder Kiemenlosen der Tiefsee, bei denen alle eigentlichen Atemflächen, die ursprünglichen Kiemenfäden, verschwinden und nur eine durchlöcherte Querscheidewand, eben das Septum, zurückbleibt. Die Atmung wird hier von der Mantelfläche geleistet.

Die Kiemen erheischen einen Blick auf den Blutlauf, der sehr ausgeprägt ist, schon der Fußschwellung wegen, die er besorgt. Diese macht wohl weiter keine Schwierigkeiten. Die starke vordere Pulsader treibt das Blut in den Fuß, während die abführende Vene durch Muskeldruck verschlossen wird; so muß der Fuß schwellen, unserer Fingerspitze ähnlich, wenn wir durch starkes Umwickeln mit einem Faden den Rückfluß des Venenblutes hindern. Daß der Mantel genügende Bluträume haben muß, um das aus dem zusammengezogenen Fuß zurückströmende Blut aufzunehmen, ist die nächste Folgerung. Überraschend ist wohl die Tatsache, daß die Herzkammer, ähnlich und aus denselben Gründen wie bei altertümlichen Prosobranchien, vom Enddarm durchbohrt ist. Man hat sich vorzustellen, daß ursprünglich zwei getrennte Herzen am Rücken an beiden Seiten des Enddarms einander gegenüberlagen, mindestens im Embryo. Aus der Kieme floß jederseits das Blut in die Vorkammer und von dieser in die Kammer. Beide Kammern dehnten sich nun gegeneinander aus und verschmolzen zu einer. Daß sie dabei den Enddarm umfaßten, nimmt nun nicht mehr wunder. Der Herzbeutel hat jederseits seine Verbindung mit der Niere, die nach verwickeltem Verlauf seitlich nach außen mündet, meist dicht neben der Geschlechtsöffnung oder diese schon vorher aufnehmend. Eigentümlicherweise hat der Herzbeutel oft drüsige Wände, so daß die Ausscheidungen von Nierenprodukten bereits hier beginnen.

Bei den Kiemen sind wir auf eine merkwürdige Eigenschaft gestoßen, die der Verklebung und Verwachsung benachbarter Körperteile, hier der einzelnen Kiemenfäden zum Kiemenblatt, der Kiemenachsen zur Scheidewand. Sie bestätigt sich vielfach und am deutlichsten am Mantel. Eine Muschel, die sich tief in den Schlamm gräbt, ist gezwungen, ihre hinteren Mantelränder immer mehr in die Länge zu strecken, damit beide Ausschnitte bis ins freie Wasser reichen. Das führt zur Verwachsung der Mantelränder, wir erhalten ein gesondertes Kloaken- und ein Atemrohr. Beide können wieder zu einem einzigen Gebilde verschmelzen, natürlich mit doppelter Durchbohrung. Das Siphonalrohr kann sich so verlängern, daß es nur zum geringsten Teile noch in die dann hinten klaffende Schale geborgen werden kann, wohl aber oft mit Kalk- und Conchin-Abscheidung fortfährt, wie der Mantel unter der Schale, von dem es ausgeht. Ebenso können aber die Mantelränder auch noch weiter nach vorn verwachsen, so daß nur noch vorn eine Öffnung bleibt für den Austritt des Fußes, so weit er nicht, bei den sessilen Formen, verkümmert.

Ein großer Teil all der geschilderten Errungenschaften findet in der Schale seinen Ausdruck. Ihr müssen wir noch unsere Aufmerksamkeit zuwenden. Ihre allgemeine Grundlage ist wohl dieselbe wie bei den Schnecken, doch ohne die scharfe Trennung der Schichten. Das Periostrakum greift oft in die darunterliegende Prismenschicht, ja noch in die äußere oder innere Perlmutterschicht ein, die wieder ebensogut von einer kristallinen Prismenschicht oder einer hyalinen Kalklage durchsetzt und unterlagert werden können. Die ganze Oberfläche des Mantels, nicht bloß der Rand, ist hier zu fortdauernder Abscheidung der verschiedenen Bestandteile befähigt, so daß auch Schäden, die fern vom Mantelrand in Wirbelhöhe liegen, nachträglich wieder völlig ausgeglichen werden können. Die Muskeln setzen sich an die Prismenschicht an. Die Schließmuskeln kennen wir bereits; sie hinterlassen

ihre Eindrücke. Man findet indes noch manche ähnliche, aber kleinere Stellen, näher dem Ligament. Hier entspringen die Muskeln, die den Fuß zurückziehen. Endlich ist aber der ganze Mantelrand rückziehbar. In der Ruhe ragt er meist über den Schalenrand etwas hinweg, beim Schalenschluß muß er zuerst eingezogen werden. Wir finden also eine Befestigungslinie in einiger Entfernung vom Schalenrand und diesem parallel, in Wahrheit die Ursprungslinie ungezählter Muskelfasern und -bündel, die von hier in den freien Mantelrand ausstrahlen. Diese Linie verläuft bei denen, die Siphonen entwickelt haben, also tiefer graben, hinten nicht mehr dem Schalenrand parallel, sondern bildet einen Ausschnitt, die Mantelbucht; denn es muß Platz geschaffen werden für die Verlängerungen, mögen auch die Siphonen oft nicht mehr völlig in der Schale Platz haben. An der Schale, die ja dem Paläontologen den einzigen Anhalt bietet, kann man also durch genaue Betrachtung der Linien mancherlei unterscheiden, die Mono- und die Dimyarier (vgl. S. 511), mit einem oder zwei Muskeleindrücken, und die Integri- und Sinupalliaten, solche mit fortlaufender Mantellinie, d. h. ohne Siphonen, und solche mit Mantelbucht und Siphonen. Bei den letzteren kann man auf den ersten Blick das Vorderende erkennen, bei den Integripalliaten dagegen schwer. Bei diesen richtet man sich nach den Schalenwirbeln oder Umbonen, den Stellen, um die sich das Wachstum der Klappen in konzentrischen Linien gruppiert. Sie liegen in der Regel vor dem Ligament.



Linke Schalenhälfte von *Cytherea maculata* L., von innen gesehen. Natürliche Größe. a Vorder-, b Hinterrand, c Schalenwirbel, d Bauchrand, m, m' Schließmuskeleindrücke, n Mantelbucht.

Behufs festerer Verbindung der beiden Klappen finden sich bei den meisten Muscheln am oberen oder Schloßrande zahn- oder leistenartige Vorsprünge entwickelt, sogenannte Zähne, die in entsprechende Vertiefungen der anderen Klappe, Zahngruben, eingreifen und so eine feste Angel herstellen, die eine seitliche Verschiebung der beiden Klappen erschwert oder unmöglich macht. Die ganze Einrichtung wird als Schloß bezeichnet. Wir wollen wenigstens die Hauptformen, nach denen Neumayr die Muscheln einteilen wollte, uns ansehen. Dysodont ist das zahnlose Schloß. Das taxodonte setzt sich aus einer Reihe gleicher, quergestellter Eindrücke zusammen. Das heterodonte Schloß hat eine Anzahl verschiedener Zähne, meist starke und kurze Hauptzähne unter den Wirbeln, dahinter langgestreckte, leistenförmige Seitenzähne; selbstverständlich bedingt die Gegenüberstellung von Zahn und Zahngrube eine gewisse Asymmetrie der beiden Klappen, die sonst nicht in der Natur der Muscheln liegt. Bei den Isodonten sind Haupt- und Seitenzähne viel weniger verschieden. Das schizodonte Schloß hat in der linken Klappe einen starken dreieckigen Zahn, der von zwei geraden, unter scharfen Winkel gestellten Zähnen umfaßt wird. Beim desmodonten oder Bandschloß endlich schlägt sich der obere Rand jeder Klappe nach innen um und bildet einen löffelartigen Vorsprung. Die beiden Löffel stehen sich mit ihren hohlen Seiten gegenüber, und zwischen ihnen spannt sich das Band aus.

Viel stärker ist die Asymmetrie bei den Muscheln mit ungleichklappiger Schale. Sie liegen immer auf der Seite, und zwar mit der tiefer ausgehöhlten Klappe nach unten, entweder festgewachsen wie die Auster oder beweglich wie die Kammuschel.

Vom Bau der Muschelschale gilt, wie gesagt, im allgemeinen dasselbe wie von der der Schnecken. Die schwersten und buntesten finden sich in der Litoralregion der Tropensee. In der Tiefsee — einzelne Muscheln gehen bis 5000 m — wird die Schale farblos.

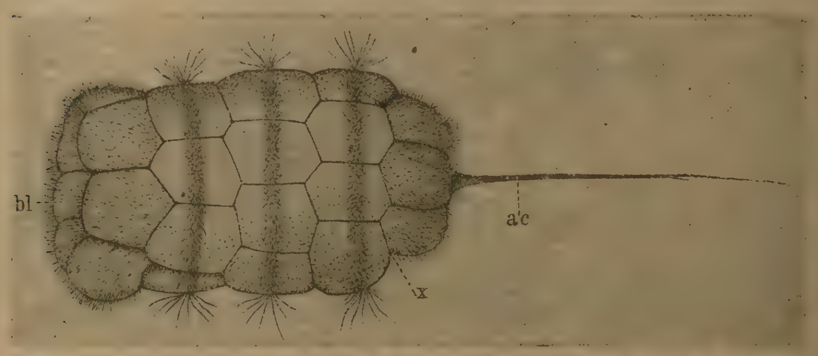
Die Fortpflanzungsorgane endlich haben denselben einfachen Bau wie bei den Grabfüßern und Käferschnecken; sie bestehen aus der Geschlechtsdrüse und deren Ausführungsweg, ohne weitere Drüsenanhänge, ohne Reiz- und Begattungswerkzeuge. Bei vielen ist Hermaphroditismus nachgewiesen. Da nicht selten Brutpflege vorkommt, wobei die Eier sich in den Kiemen entwickeln, so muß natürlich bei diesen die Befruchtung innerhalb des Weibchens zustande kommen. Das geschieht, wie schon angedeutet, dadurch, daß der männliche Same ins Wasser entleert und die Samenfäden mit dem Atemwasser in den Einfuhrsipho hineingestrudelt werden. Je länger die Brutpflege andauert, um so ähnlicher ist die neugeborene Muschel der alten. Unsere großen Süßwassermuscheln machen erst eine auffallende Verwandlung durch. Zumeist werden die Larven in der Form des Veliger aus der Mantelhöhle ausgestoßen, als kleine, bereits zweiklappige Larven mit einem einfachen Wimperkranz am Kopfende, dem Segel. Auffallend ist aber eine ganz abweichende Larve gerade bei der altertümlichsten Gattung, wie wir bald sehen werden.

Die systematische Einteilung stößt auf viele Schwierigkeiten. Der Versuch, lediglich das Schloß zugrunde zu legen, hat hauptsächlich für die Paläontologen Wert, die auf die Schalen allein angewiesen sind. Am natürlichsten sind wohl die Kiemen zu gebrauchen, weil hier am wenigsten der Verdacht gesonderter Anpassungen vorliegt. Doch bekommt man da eine sehr ungleiche Anordnung, da die Eulamellibranchien (S. 514) bei weitem den Hauptteil ausmachen. Auch ist es keineswegs ausgeschlossen, daß ähnliche Kiemenformen sich nach mechanischen Grundsätzen in verschiedenen parallelen Reihen entwickelt haben, so wie man etwa die Kiemen der Schnecken, oder die der Fische und Amphibien, durchaus nicht einheitlich aus derselben Wurzel ableitet. Gewöhnlich richtet man sich nach der Zahl der Schließmuskeln (vgl. S. 511). Aber hier hat man vermutlich ebenso mit unnatürlichen Zusammenstellungen zu kämpfen, denn nach der oben gegebenen mechanischen Ableitung liegt es nahe genug, daß ganz verschiedene Dimyarier durch Anpassung an äußere Verhältnisse zu Monomyariern werden konnten. Wir verzichten daher am besten auf eine peinliche Systematik und folgen im allgemeinen der von Pelseneer aufgestellten, auf S. 514 bereits besprochenen, die Bildung der Kiemen zugrunde legenden Anordnung.

Erste Ordnung:
Urkiemer (Protobranchia).

Durch wichtige Merkmale, auch außer den auf S. 514 beschriebenen Kiemen, zeichnen sich die Protobranchia als altertümlichste Muscheln aus, und doch sind sie in anderer Hinsicht schon wieder weit umgewandelt, die kleine Nußmuschel Nucula *Lam.* und mit länglicher Schale Yoldia *Möll.*, der Fuß mit flacher Sohle (s. S. 510), das Schloß taxodont (s. S 516), aber der Mantel mit langen Siphonen, also sinupalliat. Ein ganz primitiver Charakter, unter den Mollusken ganz vereinzelt, ist die offene Verbindung der Hörblasen durch je einen engen, ziemlich langen Kanal mit der Außenwelt, ein Rest der Entstehung, da ja eine Statozyste im Embryo aus einer Einstülpung der Haut hervorgeht. Von der überaus einfachen Ernährung haben wir gesprochen (S. 512). Es unterliegt keinem Zweifel, daß wir hier die Urformen vor uns haben, selbstverständlich nicht ohne moderne Anpassungen. Nachträglich

erworben sind die Siphonen, altertümlich die Kiemen, die Kriechsohle, die Ernährung, die offene Statozyste, dazu die Ontogenie. Denn die Entwickelung von Yoldia, die wir durch Drew kennenlernten, ist sehr abweichend; an Stelle des Veliger eine zylindrische Larve mit drei Wimperringen, wie wir sie ähnlich schon bei Amphineuren, Skaphopoden und Pteropoden vorfanden; die Ringe stehen auf großen Epithelzellen, die nachher abgeworfen werden. Bei Nucula ist diese altertümliche Larvenform durch Brutpflege verwischt. — Wie die Ostse[e]



Larve von Yoldia limatula *Möll.*, 45 Stunden alt. Nach Drew. ac Cilien der Scheitelplatte, bl Blastoporus, x Einsenkung, wo die Zellen, welche in der Tiefe die Anlage des Cerebralganglions bilden, an die Oberfläche reichen. Aus A. Lang, „Lehrbuch der vergl. Anatomie der wirbellosen Tiere“, 2. Aufl., 1. Lief., Jena 1900.

im Quartär eine Litorina-Zeit hatte (S. 435), in der von der Nordsee die Uferschnecken vordrangen, so hatte sie auch ihre Yoldia-Zeit; die kälteliebende Muschel war durch ein[e] nordöstliche Meeresverbindung vom Weißen Meere zugewandert.

Zweite Ordnung:

Fadenkiemer (Filibranchia).

Die schizodonte Dreieckmuschel, Trigonia *Brug.*, könnte man ohne weiteres an di[e] Urkiemer anschließen, wenn sie nicht filibranch (vgl. S. 514) wäre, also einen Fortschritt i[n] der Kiemenbildung gemacht hätte. Die Kriechsoh[le] ist noch ebenso vorhanden, wie bei den Urkiemer[n]. Das Altertümliche wird hier am klarsten aus d[er] zeitlichen Verbreitung. Die Gattung ist den Paläo[n]tologen wohlbekannt wegen ihrer reichen Entwick[e]lung in unseren mesozoischen Ablagerungen Tria[s], Jura, Kreide, und es gehörte zu den größten Übe[r]raschungen, als man lebende Nachkommen auffan[d], und zwar im fernsten Erdenwinkel, bei Neuseelan[d].



Rechter Mantellappen der Sattelmuschel, Anomia ephippium *L.* a Loch für das Schloß, m Schließmuskel, n Loch für den Byssus.

Die übrigen Filibranchien gehen recht versch[ie]dene Wege. Die länglich-eckige gemeine Arche[n]muschel, Arca noae *L.*, und die rundliche Sam[t]muschel, Pectunculus pilosus *L.*, mit haarig[em] Periostrakum, sind lebhaft beweglich und kriechen, taxodont und zweimuskelig. Ganz anders die übrigen, die sich mit dem Byssus festset[zen] und das Schloß vorlagern, sie werden zu Mono- und Heteromyariern. Die Sattelmusch[el], Anomia ephippium *L.*, heftet sich unter allerlei Abänderungen an. Der kurze Byssus v[er]kalkt, so daß er wie ein aus einzelnen Säulchen zusammengesetztes Knöchelchen erschei[nt].

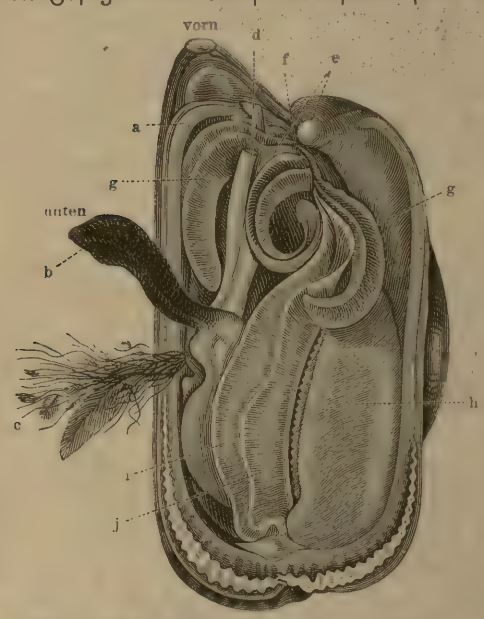
Sobald die Befestigung in der Jugend geschehen ist, legt sich die Schale auf die rechte Seite und wächst in der Weise weiter, daß der untere Rand sich dem Knöchelchen beständig anschmiegt, so daß es schließlich aus einem Loch der Schale zu kommen scheint. Von dem im allgemeinen scheibenförmigen Gehäuse kann man gleichwohl eine bestimmte Gestalt nicht angeben, indem die untere sehr dünne Schale sich in ihrer Form ganz nach den fremden Körpern richtet, auf denen sie aufliegt, ohne mit ihnen zu verwachsen. Sie kann daher ganz flach oder im Zickzack gebogen oder auch bogenförmig sein. Die obere Schale ist dicker und gewölbter, wiederholt aber ebenfalls alle Unebenheiten des Körpers, auf dem das Tier aufsitzt. Diesem flachen Gehäuse entsprechend ist das Tier sehr flachgedrückt. Unsere Abbildung auf S. 518 zeigt die rechte, nach unten gewendete Seite, so daß wir also nach Hinwegnahme der Schale auf die Mantelfläche blicken. Besonders die Ränder sind sehr dünn und mit einer Reihe feiner Fühlfäden besetzt. Der Fuß ist so weit verkleinert, daß er nur noch einen mit dem Byssus verbundenen Muskel darstellt. Wird das Tier gestört, so zieht sich dieser Muskel zusammen, die Schale wird geschlossen und fest an die Unterlage angedrückt, deren Oberflächenrelief sich auf das Gehäuse überträgt. Die Sattelmuschel fehlt nirgends in den europäischen Meeren, soweit dieselben einen gewöhnlichen Salzgehalt haben; ihre Standregion stimmt mit derjenigen der Auster überein, nur daß sie auch oberhalb des Ebbestriches vorkommen dürfte.

Bei der nächstverwandten pazifischen Kuchenmuschel, Placuna placenta *L.*, ist die Schale ganz flach, kreisrund und so durchscheinend, daß sie gelegentlich als Fensterscheibe verwandt wurde. Getrocknet läßt sie sich zu einem weißen, glänzenden Pulver aufblättern, das die Chinesen wohl als Farbe benutzen, um den silberglänzenden Bauch eines Fisches zu malen.

Die Familie der Miesmuscheln (Mytilidae) enthält Sippen, die sowohl wegen ihres eigentümlichen Baues und ihrer Lebensweise, als wegen ihres großen Nutzens unsere volle Aufmerksamkeit verdienen. Die mit starkem Periostrakum bekleidete Muschel ist gleichschalig, das Schloß zahnlos oder mit kaum merklichen Zähnchen ausgestattet. Der Eindruck des vorderen Schließmuskels ist klein. Hinten bildet der Mantel eine besondere Öffnung für den After und darunter eine kurze, am Rande gefranste Atemröhre. Die Mundlappen sind schmal und zusammengefaltet. Zu diesen schon recht charakteristischen Kennzeichen kommt aber noch die auffallende Beschaffenheit des Fußes und das Vorhandensein einer besonders entwickelten Spinn- oder Byssusdrüse, welche Einrichtungen mit der sitzenden Lebensweise dieser Tiere zusammenhängen. Wir wollen diese Einrichtungen, den fingerförmigen Fuß und den Bart bei der Eßbaren Miesmuschel, Mytilus edulis *L.*, unserer Meere näher kennenlernen (s. Tafel bei S. 533). Was die Gattung an sich betrifft, so ist das Gehäuse leicht daran zu erkennen, daß die Wirbel spitzig sind und ganz am vorderen spitzen Winkel der beinahe dreieckigen Schalenhälften sitzen. Die lange Seite der Schale ist die Bauchseite. In der Abbildung auf S. 520 haben wir eine durch Hinwegnahme der linken Schalenhälfte und Zurückschlagen der linken Mantelhälfte geöffnete eßbare Miesmuschel: a ist der Mantelrand. Zu beiden Seiten des Mundes (f) befinden sich die beiden länglichen, schmalen Lippententakel (g); j ist das äußere, i das innere Kiemenblatt, h die Innenfläche des durch das Eindringen der Geschlechtsdrüse verdickten Mantels, e und d sind die Muskeln, die zum Zurückziehen des Fußes dienen. Letzterer (b) ist fingerförmig, und man sieht es schon seiner geringen Größe an, daß er nicht wohl als Fortbewegungsorgan zu benutzen ist. Unter und hinter dem Grunde des fingerförmigen Fußfortsatzes oder „Spinners“ liegt die Byssusdrüse, von deren Höhle aus auf der Mitte der Hinterseite des Fußes

eine Längsfurche verläuft, die unten in der Nähe der Spitze in einer kurzen und tiefen Querfurche endigt. In dieser liegt eine halbmondförmige Platte, auf deren vorderem konkaven Rande sieben Öffnungen stehen. Beginnt das Tier zu spinnen, so legt es zuerst die eben erwähnte Spinnplatte an die Byssusdrüse, und beim Zurückziehen wird der Klebstoff zu einem Faden ausgezogen, der in die offene Furche des Fingers zu liegen kommt. Vermittels der Spinnplatte wird dann das Vorderende des noch weichen Fadens in Form eines kleinen Scheibchens an irgendeinen Körper angedrückt. Die Gesamtheit aller dieser Fäden bildet den Bart (c) oder Byssus (s. Farbtafel „Seemuscheln", bei S. 533).

Wer Gelegenheit gehabt hat, Miesmuscheln von ihrem Wohnorte abzureißen, wird über die Festigkeit der Bartfäden erstaunt sein. Die stärkste Strömung und Brandung hat ihnen nichts an. Ein sehr bezeichnender Beleg dafür ist der Gebrauch, den man in Bideford in Devonshire (England) von der Miesmuschel macht. Bei dieser Stadt geht eine 24 Bogen lange Brücke über den Torridgefluß bei seiner Einmündung in den Taw. An ihr ist die Strömung der Gezeiten so reißend, daß kein Mörtel daran dauert. Die Gemeinde unterhält daher Boote, um Miesmuscheln herbeizuholen, und läßt aus der Hand die Fuger zwischen den Bausteinen damit ausfüllen Die Muschel sichert sich alsbald dagegen, vor den Gezeiten fortgetrieben zu werden, inden sie sich durch starke Fäden an das Steinwer anheftet, und eine Verordnung erklärt es fü ein Verbrechen, das Landesverweisung zu Folge haben kann, wenn jemand anders als in Beisein und mit Zustimmung der Gemeinde bevollmächtigten diese Muscheln abnimmt. Di Fäden des Bartes dienen der Miesmusch aber nicht bloß, um sich zu befestigen, sondern auch, um sich an ihnen wie an kleine Seilen fortzuziehen. Hat die Muschel irgendwo Platz genommen, und ist sie nicht etw schon durch ihre Nachbarinnen eingeengt und teilweise übersponnen, so zieht sie sich, wen ihr der Ort nicht mehr zusagt, so nahe wie möglich an die Befestigungsstelle des Byssu heran. Hierauf schickt sie einige neue Fäden nach der Richtung hin, wohin sie sich begebe will, und wenn diese haften, schiebt sie den Fuß zwischen die alten Fäden und reißt m einem schnellen Ruck einen nach dem anderen ab. Sie hängt nun an den eben erst g sponnenen Fäden und reißt auch diese ab, nachdem sie für abermalige Befestigung in d angenommenen Richtung gesorgt hat. Wie aus der obigen Mitteilung schon hervorgeh siedelt sich Mytilus edulis dort, wo starke Ebbe und Flut ist, in der Uferregion an, die zei weise bloßgelegt wird. An vielen Stellen der zerrissenen, norwegischen Küste kann m ein schwarzes, 1—2 Fuß breites Band zur Ebbezeit über dem Wasserspiegel sehen, das si aus unzählbaren Miesmuscheln zusammensetzt. Teilweise ist dieses dunkle Band schon v dem weißlichen Gürtel der Seepocken (Balanus) überzogen. Bei unruhiger See erleichte diese lebendigen Mauern ein Herausspringen aus dem Ruderboote sehr. — Wo aber d



Eßbare Miesmuschel, *Mytilus edulis L.*, geöffnet. Natürliche Größe. Zeichenerklärung im Text.

Gezeiten keinen großen Höhenunterschied zeigen und auch aus anderen örtlichen Ursachen siedeln sich die Miesmuscheln etwas tiefer an, so daß sie immer vom Wasser bedeckt bleiben.

Die Miesmuschel gedeiht am besten in der Nordsee und in den nordeuropäischen Meeren. Sie gehört zu den nicht zahlreichen Muscheln und überhaupt Seetieren, die aus den Meeren mit normalem Salzgehalte, wie aus der Nordsee, in die mehr oder weniger gesüßten, ihres Salzgehaltes beraubten Meere und Binnenmeere, wie die Ostsee, eindringen. Auch im Kaspischen Meere kommt sie mit einigen anderen verkümmerten Muscheln vor, ohne imstande gewesen zu sein, bei der so langsam erfolgten Versüßung dieses Wassers sich vollständig und kräftig zu akklimatisieren. Es wird jedoch angegeben, daß sie mit einer Herzmuschel von dort in einige Flüsse weit hinauf gedrungen ist, wo sie auch noch von dem letzten Meeressalzbedürfnis sich losgemacht hätte. Ihre Vermehrung unter günstigen Bedingungen ist erstaunlich. Meyer und Möbius erzählen, daß an einem Badefloß, das vom 8. Juni bis 14. Oktober in der Kieler Bucht gelegen hatte, alle unter Wasser befindlich gewesenen Teile so dicht mit Miesmuscheln bedeckt waren, daß 30000 Stück auf 1 qm kamen. Die Schätzung bleibt aber noch unter der Wirklichkeit, da sich beim Zählen sicherlich viele sehr kleine Stücke, die zwischen den Byssusfäden der größeren hingen, der Beachtung entzogen hatten. In der Kieler Bucht erreichen die Tiere in 4—5 Jahren ihre volle Größe; am schnellsten wachsen sie in den ersten 2 Jahren.

Man benutzt die Miesmuschel überall, wo sie gedeiht, teils als Köder, teils auch für die Küche, und hat für diesen letzteren Bedarf an vielen Orten eine eigne Muschelwirtschaft und Zucht eingerichtet. Genaue Nachrichten über eine solche geregelte Miesmuschelzucht, die freilich heute wegen der Ausdehnung der Marine-Anlagen teilweise nur noch historische Bedeutung hat, haben uns Meyer und Möbius in ihrem schönen Werke über die Fauna der Kieler Bucht gegeben. „Auf der Oberfläche der Hafenpfähle und Bretter, der Badeschiffe, Boote und Landungsbrücken siedeln sich, soweit sie unter Wasser stehen, Miesmuscheln an, deren junge Brut oft wie ein dichter Rasen darauf wuchert. Ihre künstlichen Wohnplätze sind die Muschelpfähle, die Bäume, welche die Fischer bei Ellerbek, einem alten, malerischen Fischerdorfe, das Kiel gegenüber liegt, auf den zu ihren Häusern gehörenden Plätzen unter Wasser pflanzen. Zu solchen Muschelbäumen werden vorzugsweise Ellern benutzt, weil sie billiger als Eichen und Buchen sind, die jedoch auch dazu dienen. Diesen Bäumen nimmt der Fischer die dünnsten Zweige, schneidet die Jahreszahl in den Stamm, spitzt sie unten zu und setzt sie mit Hilfe eines Taues und einer Gabel in die Region des lebenden oder toten Seegrases auf 2—3 Faden Tiefe fest in den Grund. Das ‚Setzen‘ der Muschelbäume geschieht zu jeder Jahreszeit, ‚gezogen‘ werden sie aber nur im Winter, am häufigsten auf dem Eise, da dann die Muscheln am besten schmecken und ungefährlich sind. Die Muschelbäume ziehen sich an beiden Seiten der Bucht dem Düsternbrooker und Ellerbeker Ufer entlang, gleichsam wie unterseeische Gärten, die man nur bei ruhiger See unter dem klaren Wasser sehen kann. Treiben anhaltende Westwinde viel Wasser aus der Bucht hinaus, so ragt wohl hier und da die höchste Spitze eines Baumes über den niedrigen Wasserspiegel heraus. Sonst bleiben sie immer bedeckt und unsichtbar. Wir haben oft Muschelpfähle ziehen lassen, um die Bewohner derselben zu sammeln, und uns dabei an den Hantierungen und Bemerkungen der Ellerbeker Fischer ergötzt. Sie haben Kähne von uralter Form mit flachem Boden und steilen Seitenwänden und rudern dieselben mit spatenförmigen Schaufeln. Den Stand ihrer Muschelpfähle wissen sie durch Merkzeichen am Lande, die sie aus der Ferne fixieren, aufzufinden. Und wenn sie über einem Baume angekommen

sind, so treiben sie eine Stange in den Grund, um den Kahn daran festzubinden; dann schlingen sie ein Tau um einen Haken, führen dieses unter Wasser um den Stamm des Muschelbaumes herum und winden denselben damit in die Höhe."

Die Miesmuschel gedeiht aber auch an allen Küsten des Mittelmeeres, wo sie Unterlagen für ihr Gespinst findet. So leben von den 30000 Einwohnern des jetzigen Taranto mindestens zwei Drittel von dem Meere und seinen Produkten. Die Hauptrolle spielen die beiden Miesmuschelarten, die Gemeine blaue und die Bärtige, Modiola barbata *Lam.*

Nicht alle Leute können übrigens den Genuß der nahrhaften Miesmuscheln gleich gut vertragen, bei manchen erzeugt derselbe, ähnlich wie der der Krebse, eine Art Ausschlag oder Nesselfriesel. Auch Vergiftungen zufolge des Verzehrens dieser Muscheln sind beobachtet worden. Soweit die Sache aufgeklärt ist, hängt die Giftigkeit (Erzeugung von Mytilo-



Steinbattel, Lithodomus lithophagus *L.* Natürliche Größe.

toxin?) mit dem Aufenthaltsort zusammen. Sie entsteht meist in der Nähe der Schleuse die Abwässer der Städte ins Meer bringen. Gelegentlich werden dafür auch metallisch Beimengungen des Seewassers verantwortlich gemacht. Seit bei uns die Behörde darüb wacht, daß Pfahlmuscheln von gefährlichen Plätzen nicht in den Handel kommen, ist trotz des starken Verbrauchs der Jetztzeit — kein tödlicher Vergiftungsfall mehr bekann geworden. — Die Miesmuscheln erzeugen zuweilen auch Perlen (s. S. 537). Grimpe fa sie häufig bei Amrum und Sylt, besonders oft in deformierten Muscheln.

Modiola *Lam.* weicht von der Gattung Mytilus unwesentlich ab. Nur die Wirb des Gehäuses stehen nicht auf der vorderen Spitze selbst, sondern sind seitlich auf kurze Seite geneigt. Die Arten sind auch hier ziemlich zahlreich und kommen in all Meeren vor. Interessant sind diejenigen, welche sich mit Hilfe ihres Byssus mit einem G spinst oder Netz umgeben. „Eine wunderliche Hülle", sagt de Filippi von einer Art, „wel wie ein Sack die ganze Schale verbirgt, ist innen aus einem Filze grauer Fäden, auß aus Steinchen, Schalentrümmern und ähnlichem zusammengesetzt und hängt mit dem H terteil zusammen, aus dessen Fäden sie zum Teil entstanden zu sein scheint." Auf e Art von solcher Lebensweise ist Modiola lutea *Fischer* aus der Tiefe des Golfs v

Gascogne gegründet und als besondere Gattung Modiella *Hall* abgespalten. Auch einige andere kleine Modiolen, als besondere Gattung Modiolaria *Beck*, scheinen nur in der Jugend mit dem Barte ausgestattet zu sein; sie verlieren diesen, nachdem sie sich im Inneren von Manteltieren der Gattung Ascidia angesiedelt haben.

Zu diesen im Alter den Byssus verlierenden Mytiliden gehört auch die Gattung Lithodomus *Cuv.* Das beinahe zylindrische Gehäuse ist an beiden Enden abgerundet und mit einer sehr starken Oberhaut überzogen. Alle Arten leben in selbstgemachten Löchern in Steinen, Korallen, auch in dicken Konchylien. Am bekanntesten ist die im Mittelmeer gemeine Steindattel, Lithodomus lithophagus *L.* Sie ist eine sehr beliebte Speise, kommt aber, obschon sie fast überall an den Kalksteinküsten zu finden, nie in großen Mengen auf den Markt, da das Herausholen aus ihren Höhlungen viel Zeit und Mühe kostet. Sie gehört demnach zu den sogenannten bohrenden Muscheln, obschon dieser Name, sofern er die Tätigkeit anzeigen soll, durch welche die Steindattel in den Felsen gelangt, ein sehr ungeeigneter ist. Wir werden weiter unten sehen, daß einige Muscheln allerdings sich ihre Höhlungen in Holz und Stein wenigstens zum Teil ausraspeln und bohren. Die Steindattel hat aber hierzu gar keine Ausrüstung. Die ganze Oberfläche der Schale, und namentlich auch Vorderende und Vorderrand, sind glatt, ohne jede Spur von Zähnchen, die allenfalls als Raspel benutzt werden könnten. Auch findet man die meisten Stücke mit völlig unversehrter Oberhaut, die doch jedenfalls beim Reiben an den dem Drucke am meisten ausgesetzten Stellen abgenutzt werden müßte. Da man bei der Steindattel keine mechanischen Hilfsmittel kennt, mittels deren sie bohren könnte, so hat man wohl an chemische zu denken, und da es immer Kalk ist, in den sie eindringt, Korallen, Weichtierschalen, Kalkfelsen, so dürfte die von der Haut ausgeschiedene Kohlensäure heranzuziehen sein, die den schwerlöslichen kohlensauren Kalk in den leichtlöslichen doppeltkohlensauren verwandelt, und die vermutlich ebenso bei denjenigen Gastropoden mit tätig ist, die Muschelschalen anbohren (s. S. 446).

Eine Gesellschaft von Steindatteln ist weltberühmt geworden, weil sie einen der am meisten in die Augen stechenden Beweise für die Theorie der Hebung und Senkung ganzer Küstenstriche und Länder geliefert hat. An dem klassischen Strande von Pozzuoli (Puteoli) unweit Neapel ragen aus den Ruinen eines Tempels drei Säulen empor. In einer Höhe von 10 Fuß über dem Meeresspiegel beginnt an ihnen eine 6 Fuß breite Zone von Bohrlöchern der Steindatteln. Die Küste mit dem Serapistempel ist mithin einmal tief unter Wasser getreten und hat sich später, als die Steindatteln ihr Höhlwerk vollendet hatten, bis zur heutigen Höhe gehoben; jetzt sinkt sie langsam wieder.

Dritte Ordnung:

Unechte Blattkiemer (Pseudolamellibranchia).

Die drei Hauptfamilien dieser Ordnung sind in ihrer Lebensweise so verschieden wie nur möglich. Die Ostreiden wachsen mit der Schale fest, büßen also alle Beweglichkeit ein, die Aviculiden heften sich mit dem Byssus an, behalten mithin wenigstens die Möglichkeit einer beschränkten Bewegung, die Pectiniden enthalten die beweglichsten aller Muscheln. Man möchte also wenig geneigt sein, die Familien in einer Gruppe zu vereinen. Doch wird dieser Einwurf sofort hinfällig durch die Tatsache, daß unter den Pectiniden die größten, nämlich Spondylus, genau so mit der Schale festsitzen wie die Austern, obwohl an ihrer nächsten Verwandtschaft mit den Kammuscheln kein Zweifel sein kann. Gemeinsam ist

allen, daß die Mantelränder nirgends miteinander verwachsen, und daß bei ihnen bloß ein Schließmuskel erhalten ist; sie sind Monomyarier.

Beginnen wir mit der Familie der Austern (Ostreidae). Gustav Freytag, nebenbei ein guter Weichtierkenner, legt in „Soll und Haben" Fink eine launige Schilderung in den Mund: „Sehen Sie diese Auster. Ich wette, es gibt zahlreiche Fische und Erdbewohner, welche dies holde Geschöpf für etwas Gemeines halten; mir erscheint sie als eine der vornehmsten Erfindungen der Natur. Was verlangen wir von einem Vornehmen? Die Auster hat alles: sie ist ruhig, sie ist still, sie sitzt fest auf ihrem Grund und Boden. Sie schließt sich ab gegen die Außenwelt wie kein anderes Geschöpf. Wenn sie ihre Schalen zuklappt, so deutet sie auf das Entschiedenste an: Ich bin für niemand zu Hause; wenn sie ihr perlmutternes Haus öffnet, so zeigt sie den bevorzugten Ebenbürtigen ein zartes, gefühlvolles Wesen. Wenn der Mensch das Recht hat, etwas Geschaffenes zu beneiden, so ist es die Auster." Bekanntlich hat hier der Neid, wie so oft, zu intensiver Rache geführt.



Auster, durch Hinwegnahme der Deckelschale geöffnet. Natürliche Größe.

Neben der Seeperlenmuschel hat kein anderes Muscheltier eine solche volkswirtschaftliche Bedeutung, setzt so viele Hände in Bewegung und bringt solche Summen in Umlauf wie die Auster (Ostrea L.). Es gibt Austern in allen Meeren; die folgenden näheren Mitteilungen werden sich aber nur auf die Gemeine Auster, Ostrea edulis *L.*, der europäischen Küsten beziehen. Die Klappen sind unregelmäßig und ungleich, indem die eine dicker und mehr vertieft ist und die andere wie ein bloßer Deckel dazu erscheint. Die dickere ist die linke, mit der die vorher schwimmende Larve sich festsetzt. Zu so vielen anderen äußerlich schön geglätteten Schalen bilden sie durch ihre unregelmäßig blätterige Struktur und schilferige Oberfläche einen rechten Gegensatz; auch ist ihr Inneres sehr unregelmäßig, indem sich mit Wasser gefüllte Räume finden. Auch die Schloßgegend hat mehrere bemerkenswerte Eigentümlichkeiten. Die anfangs gleichen Wirbel werden mit dem zunehmenden Alter sehr ungleich, indem derjenige der oberen Schale in der Entwickelung zurückbleibt. Zähne sind gar nicht vorhanden, und das Ligament ist, wie bei manchen anderen Muscheln, ein inneres; es liegt nach innen

vom Rande in zwei Gruben der Schalen, von denen gleichfalls nur die untere erheblich wächst. Das Klaffen ist dadurch möglich, daß die Spitze des Deckels über den Unterrand der gegenüberliegenden Grube als seine Drehlinie hinweg in jene hineingezogen wird.

Das Öffnen der Auster, um sie zur Tafel zu bringen, geschieht bekanntlich mittels eines zwischen die Schalen eingebrachten Skalpells, das man längs der inneren, glatten Deckelfläche bis zum Schließmuskel (e in der Abb., S. 524) vorschiebt, um diesen abzulösen. Sobald er durchschnitten ist, klafft das Gehäuse, und es macht keine Schwierigkeit, das Ligament abzureißen.

Wir haben nun das Austertier in seiner selbstgefertigten Schüssel liegen und wissen uns, wenn wir nicht schon an zweimuskeligen Muscheln gut unterrichtet sind, anfangs nur sehr schwer zurechtzufinden. Indessen, da der Mantel (b) ganz gespalten ist und nur am Rücken (d) die beiden Blätter ineinander übergehen, so ist damit für die Erkenntnis von unten und oben, vorn und hinten ein Anfang gemacht, und wir entdecken beim Zurückschlagen des vorderen Zipfels (a) den tief verborgenen Mund. Der empfindliche und zusammenziehbare Mantel wird gewöhnlich so weit zurückgezogen, daß unter ihm die Kiemenblätter (c) hervortreten. Eine wesentliche Abweichung der Auster von den anderen Muscheln besteht in der gänzlichen Verkümmerung des Fußes, die eintritt, sobald die jungen Tiere sich festgesetzt haben. Damit steht im Zusammenhange, daß auch der oben an den Fuß sich anschließende Körperteil, den man den Rumpf nennen könnte, nicht so wie gewöhnlich zur Entwickelung gelangt. Dies betrifft vornehmlich die Fortpflanzungsdrüse. Ostrea gehört zu den hermaphroditischen Muscheln, in dem Maße, daß die die Drüse zusammensetzenden, Eier und Samenfädchen erzeugenden Blindsäckchen ganz durcheinander liegen und sogar ein und dasselbe Drüsensäckchen halb männlich und halb weiblich sein kann. Es scheint jedoch, daß bei manchen Stücken das eine oder das andere Geschlecht bis zu einer fast gänzlichen Unterdrückung des anderen vorwalten kann. Der Hermaphroditismus der europäischen Auster tritt jedoch, wenigstens nach den Beobachtungen von Möbius, nie in der Weise auf, daß zu gleicher Zeit und im selben Stück Eier und Same vorhanden sind, also eine Selbstbefruchtung stattfinden könnte, sondern erst nach der Eierträchtigkeit entwickelt sich der Same. In anderen Stücken sah Möbius sich im Frühling die männlichen Geschlechtsprodukte ohne vorhergegangene Eibildung entwickeln, also protandrisch. Die Zahl der von einer Auster jährlich hervorgebrachten Eier ist eine gewaltige, wenn wir uns auch nur mit einer der niedrigsten Berechnungen begnügen. Leeuwenhoek meinte, daß eine alte Auster 10 Millionen Junge enthalte; ein anderer Gewährsmann, der berühmte Neapolitaner Poli, veranschlagt sie nur auf 1200000, eine Nachkommenschaft, hinreichend, um ausgewachsen 12000 Fässer zu füllen. Allein auch mit dieser Schätzung sind wir noch weit ab von den tatsächlichen Verhältnissen. Aus dem Berichte, den Professor Möbius in Kiel über die Zustände der Austernproduktion und Austernzucht im Jahre 1870 dem preußischen Minister für die landwirtschaftlichen Angelegenheiten abstattete, entnehmen wir, daß ältere Austern zwar über 1 Million Junge zeugen, jüngere, dreijährige, aber viel weniger. Was aber noch wichtiger ist: die Zahl der trächtigen Austern auf den Bänken erreicht, wenigstens an den englischen und schleswigschen Küsten, höchstens 30 Prozent, oft kaum 10 Prozent der Gesamtzahl.

„Angenommen", sagt Möbius, „es laichten in einem Sommer nur 10 Prozent der Austern einer Bank, auf welcher 100000 Austern lagern, und jede laichende Auster brächte nur 1000 Junge hervor, so produzierten die 10 Prozent Mutteraustern zusammen doch schon 10 Millionen Junge. Wenn alle diese auf der Mutterbank oder in deren Nähe Platz nähmen, so müßten sich von nun an 10 Millionen Austern in dieselbe Menge Nahrung teilen,

die vorher 100000 Austern zur Verfügung stand. Eine jede der kleinen würde zwar viel weniger Nahrung einziehen als eine erwachsene, aber ihrer großen Zahl wegen würden sie sich sowohl gegenseitig, wie auch den erwachsenen Austern eine sehr starke Konkurrenz machen, selbst in dem großen Meere." Die weitere Verfolgung dieser Betrachtung lehrt, daß durch die Ernährungsverhältnisse eine ziemlich enge Grenze der Vermehrung der Austern auf einer gegebenen Meeresstrecke bestimmt ist, und daß bei Zunahme der Menge der Tiere die einzelnen leiden und an Wert verlieren.



Die Entwickelung geschieht innerhalb der Mantelhöhl des alten Tieres, welche die Jungen (s. die Abbildung erst dann verlassen, wenn ihre Schale so weit ausgebilde ist, daß sie sich baldigst ankitten können. Schon nach einige Monaten sollen sie wieder fortpflanzungsfähig sein, wa wohl stark zu bezweifeln ist, aber erst nach einigen Jahre erreichen sie die nach ihren Standorten und der Rasse seh verschiedene volle Größe. Man wird nämlich nicht fehl greifen, wenn man alle an den europä schen Küsten lebenden Austern, die i Austernhandel eine Rolle spielen, als ein einzige Art ansieht, mögen sie nun a Felsen oder auf lockeren Bänken angesi delt sein, groß oder klein, dickschalig od dünnschalig, mehr oder weniger blätteri Die Anatomie der Tiere weist keine einzi irgendwie berücksichtigungswerte Verschi denheit nach, und die angedeuteten A weichungen sind vollständig aus den ve schiedenen Graden des Kalk- und Sal gehaltes der Meere, überhaupt aus d örtlichen Einflüssen abzuleiten.

A) und B) Larven der Auster (Ostrea) von verschiedenen Altersstufen. a After, dm Dorsalmuskel, l Leber, m Mund, ma Magen, mu Muskeln, s Schale, sm Schließmuskel, ss Schalenschloß, v Velum, vm Ventralmuskel. Aus E. Korschelt, „Perlen", Berlin-Wien 1912 („Fortschritte der naturwissenschaftlichen Forschung", VII. Bd.).

Wir haben nun diese Verhältnisse, d Vorkommen der Auster und ih geographische Verbreitung an d europäischen Küsten, näher ins Au zu fassen. Es ist nicht gut möglich, die künstlich angelegten Bänke und Zuchten dabei gänzl unberücksichtigt zu lassen, obgleich wir erst weiter unten über die in neuerer Zeit so groß Aufsehen machende Austernpflege eingehender berichten wollen. Gehen wir vom Adr tischen Meere aus, in dem die Auster überall wenigstens vereinzelt, an verschiedenen Stel massenhaft, d. h. in Bänken lebt. Es unterliegt keinem Zweifel, daß das letztere Verhä nis das natürlichere ist, obschon man von den vereinzelt angesiedelten Austern durch nicht das Gegenteil sagen kann. Im äußersten, sehr flachen Winkel der Bucht von Mug bei Triest siedeln sich die Austern auf den in den Schlamm gesteckten Pfählen an, wogeg sie auf dem sehr weichen Schlammgrunde dieser bei den Zoologen hoch in Ehren stehend Bai nicht fortkommen. Seit Jahrhunderten hegt man sie auch in den Kanälen Bassins des Arsenals in Venedig. Wir sehen das Tier also auf der östlichen und westlichen Seite des großen Golfes von Venedig unter sehr verschiedenen Bedingun

gedeihen, dort, bei Muggia, in einem durch keinerlei oder nicht nennenswerten Zufluß von süßem Wasser gemischten Salzwasser, hier in der Lagune. Man darf jedoch nicht glauben, daß das Arsenalwasser, in dem die Austern ohne besondere Pflege ihr ganzes Leben zubringen, sehr brackig sei; es steht durch die großen Mündungen des Lido in so naher Verbindung mit dem offenen Meere, daß infolge der regelmäßig eindringenden Flut sein Salzgehalt nicht sehr herabgedrückt werden dürfte. Sehr schöne große Austern hat Oskar Schmidt im Becken von Sebenico von felsigem Grunde aus ungefähr 15 Faden Tiefe mit dem Schleppnetze aufgezogen, jedoch nicht so nahe der Kerka, daß eine merkliche Versüßung des Wassers eingetreten wäre. Die Lage dieser kleinen, von den dortigen Fischern nur gelegentlich ausgebeuteten Bank ist aber insofern lehrreich, als auch sie zeigt, daß entweder Flutströmungen oder, wie es dort der Fall ist, unterseeische Strömungen, die dem hilflosen Tiere Nahrung zuführen, zuträglich und notwendig sind. Aus einer Vergleichung der Triester und dieser Örtlichkeit geht auch schon hervor, daß die Auster bei sehr verschiedenen Wohntiefen, und zwar von der mittleren Strandmarke an bis 15 Faden, in anderen Fällen 20 Faden und noch tiefer ihre volle Lebenstätigkeit entfalten kann, ein physiologischer Zug, der für die praktische Austernzucht von der allergrößten Bedeutung ist. Weiter südlich finden sich auf der italienischen Seite schon im Altertum berühmte Austernlager in der Nähe von Brindisi (Brundusium) und im Golfe von Tarent. Von da zieht sich die Auster durch den ganzen östlichen und westlichen Teil des Mittelmeeres, ohne sich, wie es scheint, massenhaft anzusammeln; sie ist auch ins Schwarze Meer eingedrungen und da und dort einzeln an der Südküste der Krim angesiedelt, ein Beweis ihrer großen Anpassungsfähigkeit.

Natürlich beherbergt auch der westliche Teil des Mittelmeeres die Auster überall da, wo Strömungs- und Bodenverhältnisse es gestatten, jedoch haben sich nirgends sehr bedeutende Bänke gebildet. Und wie man schon im Altertum den seit der vulkanischen Erhebung des Monte Nuovo 1538 verödeten Lukriner See mit Austern von Tarent füllte, so gegen Ende des 19. Jahrhunderts den Lago di Fusaro; wie denn auch zu den Zuchtversuchen an der südfranzösischen Küste die Austern aus dem Atlantischen Meere aushelfen mußten. Sowohl an den französischen wie an den britischen Küsten, der Nordsee und des Atlantischen Ozeans finden sich zahlreiche natürliche Austernbänke, und an der norwegischen Küste reicht die Auster bis zum 65. Grade hinauf. Sie kommt im südlichen Norwegen an manchen Strecken in solchen Mengen vor, daß sie mit Brot und Butter als selbstverständlicher Nachtisch zu beliebigem Genusse aufgetragen wird.

Zu einem sehr verbreiteten Mißverständnis hat der Ausdruck „Holsteinische“ oder „Flensburger“ Austern Veranlassung gegeben. Diesen Namen führen die Austern, die vorzugsweise in Norddeutschland bis Leipzig, Magdeburg und Berlin und weiter südlich, ferner längs der ganzen Ostseeküste bis Petersburg, versandt und verzehrt werden, und deren Heimat man gewöhnlich an die holsteinische Ostseeküste verlegt. In der ganzen Ostsee lebt jetzt (früher war es anders, wie wir sehen werden) keine Auster. Die sogenannten Flensburger Austern stammen alle von der Westküste, der Strecke von Husum bis Tondern gegenüber, zwischen den Inseln Sylt, Föhr usw., wo tiefe Wasserrinnen den flachen Meeresboden durchziehen. Während der Ebbe werden meilenweite Strecken des Bodens bloßgelegt, während der Flut ragen nur jene Inseln hervor. Man nennt dieses Gebiet die Watten. „Die Austernbänke liegen“, wie Möbius berichtet, „an den Abhängen der tiefen Rinntäler des Wattenmeeres, in welchen die Hauptströme des Flut- und Ebbewassers mit

einer Geschwindigkeit von 4—6 Fuß in der Sekunde laufen, also ungefähr ebenso schnel
wie der Rhein vor Bonn vorbeifließt. Der Grund ist ziemlich fest und besteht aus San
kleinen, selten größeren Steinen und Muschelschalen. Die meisten Bänke haben bei Ebb
wenn die Watten in ihrer Nähe trockenliegen, noch 5—6 Fuß Wasser über sich. Tiefer a
20—30 Fuß kommen im Wattenmeere keine Austernbänke vor. Der Salzgehalt beträ
etwas über 3 Prozent. Auf den besten Bänken leben neben den Austern gewisse Tiere, v
welchen ich als charakteristisch nur die Seehand (Alcyonium digitatum), den Dreikante
wurm (Serpula triquetra) und den grünen Seeigel (Parechinus miliaris) nennen will. W
viele Miesmuscheln (Mytilus edulis), Seepocken (Balanus crenatus) und Sandwürm
(Sabellaria anglica) auftreten, da gedeihen die Austern weniger gut, ja sie verschwinden, w
diese Tiere die Oberherrschaft gewinnen, gänzlich." Noch schlimmer ist die Versandu
und Verschlickung der Bänke, wie z. B. eine Bank nordöstlich der Insel Amrum von Ja
zu Jahr mehr unter dem überlaufenden Sande begraben worden ist.

Von hohem Interesse ist die natürliche Ansiedelung der Auster im Limfjord im nör
lichen Jütland, die erst vor höchstens 100 Jahren stattgefunden hat, nachdem der schm
Uferwall, der ihn von der Nordsee getrennt hatte, seit 1825 dauernd durchbrochen word
und der Limfjord dadurch ein Salzwasserbecken geworden war. Austern hat man zuerst
Jahre 1851 bemerkt, und zwar im Salingsund, im westlichen Dritteile des Limfjords,
großer Menge und schon völlig ausgewachsen. Ihre Einwanderung als schwimmende Br
muß also schon viel früher erfolgt sein. In der Ostsee befinden sich die letzten regelmäß
ausgebeuteten Bänke an der Insel Läsoe im Kattegat und sollen sich von dort gegen
Insel Anholt hinziehen. Schon im Sund und in den Belten finden sich die Bedingungen
die Verbreitung der Austern nicht mehr, noch weniger in der eigentlichen Ostsee. Der Hau
grund, warum die Auster nicht mehr in der Ostsee fortkommt, liegt offenbar in dem zu
ringen Salzgehalte dieses wenigstens in seinen nördlichen und östlichen Teilen schon fast
einem süßen Binnensee gewordenen Gewässers. Da nun südlich von Anholt gegen die Be
zu der Salzgehalt so weit herabsinkt wie an der Südküste der Krim, wo, wie oben erwä
wurde, die Auster verkümmert, so ist das Minimum von Salzgehalt, das die Auster z
Leben bedarf, etwa 17 pro Mille. Am fettesten und schmackhaftesten wird sie bei 20—
pro Mille, daher man, abgesehen von den mittelmeerischen, auch an den Küsten
Atlantischen Ozeans und der Nordsee die beliebtesten Austern an Stellen findet, wo
Salzgehalt des Meeres entweder durch einen größeren Fluß, der ins offene Meer g
oder durch kleinere Flüsse, die sich in eine Bucht ergießen, etwas gemildert wird: so
Austern von Havre, im Cancale-Busen, bei der Insel Ré, bei Rochelle, an den Küsten
Grafschaft Kent, im Bereiche des Themsewassers, bei Colchester, Ostende usw. Daß in d
gemilderten Wasser die Austern selbst sich besser befinden, soll damit nicht behauptet werd
Die späteren Römer, die der Gastronomie so sehr huldigten, daß eine Mißachtung dersel
als Mangel an feiner Lebensart galt, holten sich die Austern aus den verschiedensten W
gegenden und setzten sie in die Lukrinische Bucht, die damals wohl weniger ausgefüllt
als jetzt, oder in andere, künstlich ausgegrabene Behälter, deren es in der späteren Zeit v
gab. Plinius, der sich auf solche Dinge verstand, erklärt die Austern aus der offenen
für klein und schlecht und hält für gute Austern den Zufluß von süßem Wasser für n

Wir sind aus der Naturgeschichte der Auster schon in das Austern-Essen und die Pfl
und Zucht der Austern hineingekommen, ein Kapitel, worüber so unendlich viel son
in wissenschaftlichen als in populären Werken und Zeitschriften geschrieben wurde. K

Jakob von England soll oft, wenn er sich Austern gut schmecken ließ, gesagt haben, es müsse ein mutiger Mann gewesen sein, der zuerst eine Auster gegessen habe. Keineswegs. Zu den Austern und vielen anderen, auch nicht appetitlicher aussehenden Meeresfrüchten griff der Mensch, als er kaum schon diesen Namen verdiente und das Aussehen des Eßbaren ihm gewiß den geringsten Kummer machte. Den Beweis, daß schon vor Jahrtausenden die Auster ein wichtiges Nahrungsmittel eines die Küsten bewohnenden Teiles der Ureinwohner Europas gebildet, liefern die sogenannten „Küchenreste", die in ungeheuren Anhäufungen längs der Ostküste Jütlands und an den dänischen Inseln bis zu den Eingängen der Ostsee hin sich befinden und von den Gelehrten mit großem Scharfsinne untersucht worden sind. Sie geben zugleich, beiläufig gesagt, einen der sichersten Belege dafür, daß wenigstens der ganze südliche Teil des Kattegats, in dem die Auster jetzt wegen des geringen Salzgehaltes nicht mehr fortkommt, damals, als dem Gedeihen der Auster sehr zuträglich, viel salzreicher gewesen sein muß, ein Umstand, der mit anderen zu höchst interessanten Schlüssen über die damalige Gestaltung Schwedens und vielleicht auch Finnlands geleitet hat. Es gibt vielleicht keine bessere Skizze über den einstigen Austernverbrauch und die Austernzucht, als die, welche E. v. Baer in der obigen Abhandlung gegeben, und da dieselbe in einer nur wenigen Lesern zugänglichen Zeitschrift enthalten ist, nehmen wir sie auf. „Die Versuche, die man neuerlich in Frankreich gemacht hat, erschöpfte Austernbänke zu reinigen, oder in anderen Gegenden den Austern bessere Ansatzpunkte zu verschaffen, scheinen auf viele den Eindruck gemacht zu haben, als ob die Austernpflege (so wollen wir überhaupt die Sorge für das Gedeihen der Austern benennen) eine neue Kunst wäre und eine weitere Ausbildung der Methode der künstlichen Befruchtung der Fische. Es ist daher wohl nicht überflüssig, mit einigen Worten zu bemerken, daß die gewöhnliche Austernzucht oder Austernpflege ungemein alt ist, sehr allgemein angewendet wurde und noch wird, nicht etwa so, wie die künstliche Fischzucht, die fast vor einem Jahrhundert begann und an einigen Orten, z. B. in Bayern, zwar fortgesetzt wurde, aber in so kleinem Maßstabe und mit so wenig Aufsehen, daß die neueren Versuche in Frankreich längere Zeit als erste und nicht erhörte vom großen Publikum angestaunt wurden, während die künstliche Befruchtung an Fröschen seit einem Jahrhundert vielleicht von jedem Naturforscher, der die Entwickelung dieser Tiere beobachten wollte, und in neuerer Zeit auch die Befruchtung der Fischeier nicht selten von Naturforschern vorgenommen war." Wenn unser Gewährsmann nun aber meint, eine künstliche Befruchtung sei bei den Austern gar nicht erforderlich und könnte nur zerstörend wirken, da die Austern hermaphroditisch seien, so erinnern wir an die schon oben gemachte Bemerkung, daß Same und Eier sich nicht gleichzeitig in demselben Tiere entwickeln, eine Selbstbefruchtung also schon deshalb nicht stattfinden kann. Gleichwohl ist eine künstliche Befruchtung weder notwendig, noch dürfte sie im großen durchführbar sein.

„Die Austernpflege ist aber schon zwei Jahrtausende alt. Plinius sagt sehr bestimmt, daß Sergius Orata, ein Mann, der vor dem Marsischen Kriege, also wohl ein Jahrhundert vor Christo lebte, die ersten Austernbassins angelegt habe, und zwar in großem Maßstabe, um sich zu bereichern.

„Seit den Zeiten der Römer ist die Austernzucht wahrscheinlich nie verlorengegangen, obgleich wir aus dem Mittelalter wenige Nachrichten darüber haben, da die Naturwissenschaften sehr vernachlässigt wurden. Daß die Austernzucht im Westen nie ganz aufgehört habe, geht aus einem Gesetze hervor, das im Jahre 1375 unter Eduard III. gegeben wurde, und welches verbot, Austernbrut zu einer anderen Zeit zu sammeln und zu versetzen als

im Mai. Zu jeder anderen Zeit durfte man nur solche Austern ablösen, die groß genug
waren, daß ein Schilling in den Schalen klappern konnte.

„Man fand daher, als die naturhistorische Literatur wieder erweckt wurde und be-
sonders, als man anfing, nicht allein die alten Schriftsteller zu kopieren, sondern auch di
Vorkommnisse in der eignen Umgebung zu beschreiben, daß fast überall, wo Austern ge
deihen und ihr Fang einen Gegenstand des Gewerbes bildet, man auch mehr oder wenige
Sorgfalt auf Verpflanzung, Hegung und Erziehung verwendete. Am meisten geschah das
wie es scheint, in England, wenigstens lassen sich aus England am meisten Nachrichte
darüber sammeln. Die stark anwachsende Hauptstadt, in welcher sich aus allen Meeren di
Geldmittel sammelten und der Luxus sich entwickelte, hatte bald den Austern einen so gute
Absatz verschafft, daß man darauf bedacht war, in der Nähe immer einen gehörigen Vorra
zu haben sie aus weiter Ferne brachte und zur Seite der Themsemündungen künstlich
Bänke von ihnen anlegte. Da es sich nun fand, daß bei einer Milderung des Seewasser
durch mäßigen Zutritt von Flußwasser die Austern bei den Kennern noch beliebter wurde
so wird diese Art halbkünstlicher Austernzucht, deren Ursprung man nicht sicher anzugebe
weiß, obgleich die Austernfischer von Kent und Sussex behaupten, daß ihre Vorfahren u
das Jahr 1700 diese Bänke angelegt haben, jetzt in sehr großem Maßstabe betrieben. Ma
bringt die Austern aus dem Süden und aus dem Norden in die Nähe der Mündungen d
Themse und des Medway, um sie auf den künstlichen Bänken einige Zeit zu mästen. Alle
aus dem Meerbusen, an welchem Edinburgh liegt, aus dem Firth of Forth, bringt man jet
wie Johnston berichtet, 30 Ladungen, jede zu 320 Fässern und jedes Faß mit 1200 ve
käuflichen Austern, also 11520000 Stück, in diese künstlichen Fütterungsanstalten. W
viele mögen von den Inseln Guernsey und Jersey kommen, wo der Fang am ergiebigst
ist! Forbes meint, der Bedarf für London komme größtenteils von diesen künstlichen Bette
Um zu erfahren, wie groß die jährliche Zufuhr nach London sei, stellte er Erkundigungen a
die Abschätzungen fielen ziemlich übereinstimmend auf das Quantum von 130000 Bush
(über 80000 Berliner Scheffel), wovon etwa ein Viertel weiter ins Land und außer Lond
verschickt und drei Viertel von den Bewohnern Londons verzehrt wird."

Wir ergänzen diese Mitteilungen durch den Bericht von Möbius über Whitstab
„den klassischen Austernplatz an dem südlichen Ufer der Themsemündung". Wir erfahr
daß die Austernfischer noch jetzt eine Art von Gilde mit über 400 Mitgliedern bilden. „E
Sandriff, das von der Küste ausläuft und 1½ Meile lang ist, schützt die Austerngrün
gegen den Ostwind. Diese haben bei Niedrigwasser 4—6 Fuß Tiefe, so daß nur bei auß
gewöhnlich niedrigen Ebben die Bänke trockenlaufen. Das Wasser war trübe, und se
Dichte betrug am 7. Mai 1868: 1,024 bei 11° Réaumur, was einem Salzgehalt von 3
Prozent entspricht. Um die Austerngründe gut zu erhalten und zu verbessern, versorgt m
sie häufig mit leeren Austernschalen, die hauptsächlich von London zurückgeliefert werd

„Die Whitstabler beziehen Austern von natürlichen Bänken in der Nordsee, im E
lischen Kanal, an den irischen Küsten, und legen sie auf ihre Gründe, um sie wohlschmed
der zu machen. Die Natives werden in der Regel im Sommer als junge, 1—1½
große Austern (brood) hauptsächlich von den natürlichen Bänken im Themsebusen zwis
Norgate und Harwich geholt, wo jedermann frei fischen darf. Die meisten liefert die
dem Namen Blackwater bezeichnete kleine Bucht zwischen Colchester und Maldon. Aus
aus der Nordsee und bei Helgoland bekommen keinen so feinen Geschmack und haben ei
viel geringeren Wert als die echten Natives. Den Anfang und Schluß des Fischens

Marktaustern bestimmt in Whitstable jedes Jahr die aus zwölf Mitgliedern bestehende Jury der Kompanie. Gewöhnlich dauert es vom 3. August bis 9. Mai. In der Zeit, wo für den Markt nicht gefischt wird, sind die Fischer damit beschäftigt, den Grund von Mud (Schlamm), von Pflanzen und von feindlichen Tieren zu reinigen und die größeren Austern auf besondere Stellen für den Verkauf in der bevorstehenden Saison zu versetzen. Diese Arbeiten unterbrechen sie nur in der Zeit, in der sich die Austernbrut niedersetzt. Dies geschieht im Juni oder Juli, und zwar wahrscheinlich je nach der Wärme des Wassers etwas früher oder später.

„Der Austernhandel ist in Whitstable sehr ausgebreitet. Die dortigen Austerngründe sind nicht allein Zucht- und Maststätten, sondern auch große Depots für Austern aller Qualitäten und Preise. In Whitstable selbst hatte 1869 eine gute Native-Auster 1¼—1½ Pence Wert. In den Jahren 1852—62 war der Preis für das Bushel (1400—1500 Stück) niemals höher als 2 Pfund Sterling 2 Schilling; 1863—64 stieg er auf 4 Pfund Sterling 10 Schilling, und 1868—69 mußte man 8 Pfund Sterling dafür bezahlen.“ (Möbius.)

„Noch weniger“, sagt v. Baer weiter, „war in Frankreich das Anlegen von Austernbänken unbekannt vor Coste (welcher in neuerer Zeit die meiste Anregung zur Fisch- und Austernzucht gegeben). Bory de St. Vincent hielt im Jahre 1845 in der Pariser Akademie einen Vortrag über die Notwendigkeit, neue Bänke anzulegen. Er versicherte, daß er selbst unerschöpfliche Bänke angelegt habe. Vor ihm hatte ein Herr Carbonnel ein Patent erhalten für eine neue und einfache Methode, Austernbänke an der französischen Küste anzulegen. Er soll dieses Patent einer Gesellschaft für 100000 Franks verkauft haben. Die Parks waren lange vorher in Gebrauch.“

Die Austernparks erfüllen einen doppelten Zweck: sie sind Mastställe und Lager. Einen Weltruf behaupten seit vielen Jahren die von Ostende, Marennes unweit Rochefort und Cancale im Norden Frankreichs. Die Austern, welche in den „Pensionen“ von Ostende ihre höhere Erziehung erhalten sollen, kommen sämtlich von den englischen Küsten. Die gemauerten oder gezimmerten, am Boden mit Brettern belegten Räume, in welchen sie sorgfältig überwacht werden, hängen durch Schleusen mit dem Meere zusammen und werden alle 24 Stunden gereinigt. Etwa 15 Millionen Austern gelangen jährlich aus den drei Parks von Ostende auf den Markt. Die Parks von Marennes und La Tremblade mit ihren berühmten grünen Zöglingen werden „Claires“ genannt und nur zur Zeit der Springfluten, bei Neu- und Vollmond, mit frischem Wasser versehen. Ihr Flächeninhalt wechselt zwischen 2—3000 Quadratmeter, und sie sind gegen das Meer durch einen Damm geschützt, der mit einer Schleuse zur Regulierung der Wasserhöhe versehen ist. Man läßt zuerst das Wasser längere Zeit in den Abteilungen, damit der Boden sich gehörig mit Salz sättige. Dann, nachdem das Wasser abgeflossen und aller Ansatz von Tangen und Algen entfernt ist, wird der Boden wie eine Tenne geschlagen, aber mit erhöhter Mitte, wo die Austern liegen sollen. Nun kommen die Austern hinein, welche von den benachbarten Bänken eingesammelt werden. Das geschieht vom September an. Sie werden aber nicht unmittelbar in die Claires versetzt, sondern erst in eine Art von Sammelbecken, die sich dadurch von jenen unterscheiden, daß sie dem täglichen Flutwechsel unterliegen. Schon von hier aus werden die größten und schönsten Austern unmittelbar in den Handel gebracht, während die jüngeren und noch nicht fetten zur Mästung in die Claires wandern, wo, wie gesagt, nur zweimal des Monates das Wasser gewechselt wird. Ihre Abwartung verlangt von Tag zu Tag die größte Sorgfalt. Die Austernzüchter, denen mehrere Claires zur

Verfügung stehen, versetzen ihre Zöglinge aus einer Claire in die andere, um die entleerten zu reinigen. Wo dies nicht geschehen kann, werden die Austern einzeln aus ihren Behältern genommen und vom Schlamme befreit. Im Jahre 1876 waren in den Mästungsteichen etwa 80 Millionen Austern. Die im Alter von 12—14 Monaten in die Claires gekommenen Austern sind nach 2 Jahren reif, um den Delikatessenhändlern und deren Gästen sich vorzustellen. Sie haben in Marennes während dieser Zeit auch eine grüne Farbe angenommen, die ihnen bei Feinschmeckern besonderen Ruf und Beliebtheit verschafft hat. Der Farbstoff stammt aus aufgenommenen, einzelligen Algen.

Der Verbrauch der Austern, der sich z. B. in Paris schon vor Jahrzehnten auf 75 Millionen Stück jährlich belief, würde an sich kaum eine merkliche Verringerung der Bänke herbeiführen können. Wenn nichtsdestoweniger sowohl an den französischen Küsten wie anderwärts, z. B. an der Westküste Holsteins, ein Eingehen der Austernbänke und eine sehr auffallende Verminderung des Nachwuchses bemerkt wurde, so haben hierzu eine Reihe von Ursachen beigetragen. Die Auster hat sehr viele natürliche Feinde; sie schmeckt nicht bloß de[m] Menschen, sondern aus fast allen Tierklassen stellen sich zahlreiche Gourmands auf den Austernbänken ein. Zahllose Fische schnappen die allerdings noch viel zahlloseren jungen Auster[n] auf; Krebse passen auf den Augenblick, wo die arme Auster ihren Deckel lüftet, um an dem süße[n] Fleische sich zu laben; die Seesterne wissen sie zu öffnen (s. S. 378); mehrere Schnecke[n], namentlich Arten von Murex und Purpura, bohren sie an und fressen sie aus (vgl. S. 453). An anderen Stellen haben sich die Miesmuscheln in solchen Mengen auf den Austernbänke[n] angesiedelt, daß letztere dadurch gleichsam erstickt werden. Doch alle diese Feinde habe[n] so lange schon auf Unkosten der Austern gelebt wie diese selbst. Wenn sie nicht das ihrige in de[m] Vernichtungskriege gegen die Austern getan, wenn nicht Milliarden von jungen, eben au[s]geschlüpften Austern vom Wogenschwalle erfaßt und erdrückt oder vom Sande und Schlam[m] erstickt würden, so würden die Meere längst zu vollgefüllten Austernbassins geworden sei[n]. Den größten, wirklich empfindlichen Schaden haben die Austernbänke offenbar durch d[ie] durch Menschenhände hervorgebrachte Erschöpfung gelitten und durch die Folgen ein[es] unzweckmäßigen, mit großen Zerstörungen verbundenen Einsammelns. Wo die Bänke ni[cht] so seicht liegen, daß man zur Ebbe die Austern mit der Hand „pflücken“ kann, bedient m[an] sich eines Netzes mit einem schweren eisernen Rahmen, dessen eine am Boden schleppen[de] Kante mit Zähnen, gleich einer Egge, bewehrt ist. Segel und Ruder der kleinen, aber d[och] mit 5—6 Leuten bemannten Boote werden so gestellt, daß das Fahrzeug nur ganz langs[am] vorwärts kommt und das Schleppnetz, das am Seile nachgezogen wird, sich gemächlich und t[ief] einwühlen kann. Dadurch werden förmlich tiefe Löcher und Furchen in die Bänke geriss[en], und der größte Nachteil entsteht nun, indem diese Vertiefungen in kurzer Zeit mit Schlam[m] ausgefüllt werden, welcher nicht nur eine fernere Ansiedelung an diesen Stellen unmög[lich] macht, sondern auch die umliegenden, von dem Schleppnetz verschont gebliebenen Tiere tö[tet].

Man ist daher dazu übergegangen, wie bei der Fischzucht, auch durch künstliche Auste[rn]zucht die Schäden der Fischerei zu heben, indem man feste Gegenstände, Faschinen, m[it] Hohlziegel, während der Brutperiode ins Meer versenkt und dann die angesetzte Brut [an] geschützte Orte bringt, wo sie nach französischem System in Kasten, nach norwegischem [in] Körben aus Drahtgaze weiter erzogen werden. Der Erfolg ist wechselnd gewesen und [die] Zucht hat, wie gewöhnlich, mit allerlei unangenehmen Erfahrungen zu kämpfen geh[abt]. Jetzt wird die Zucht in Frankreich, Irland, Norwegen usw. betrieben.

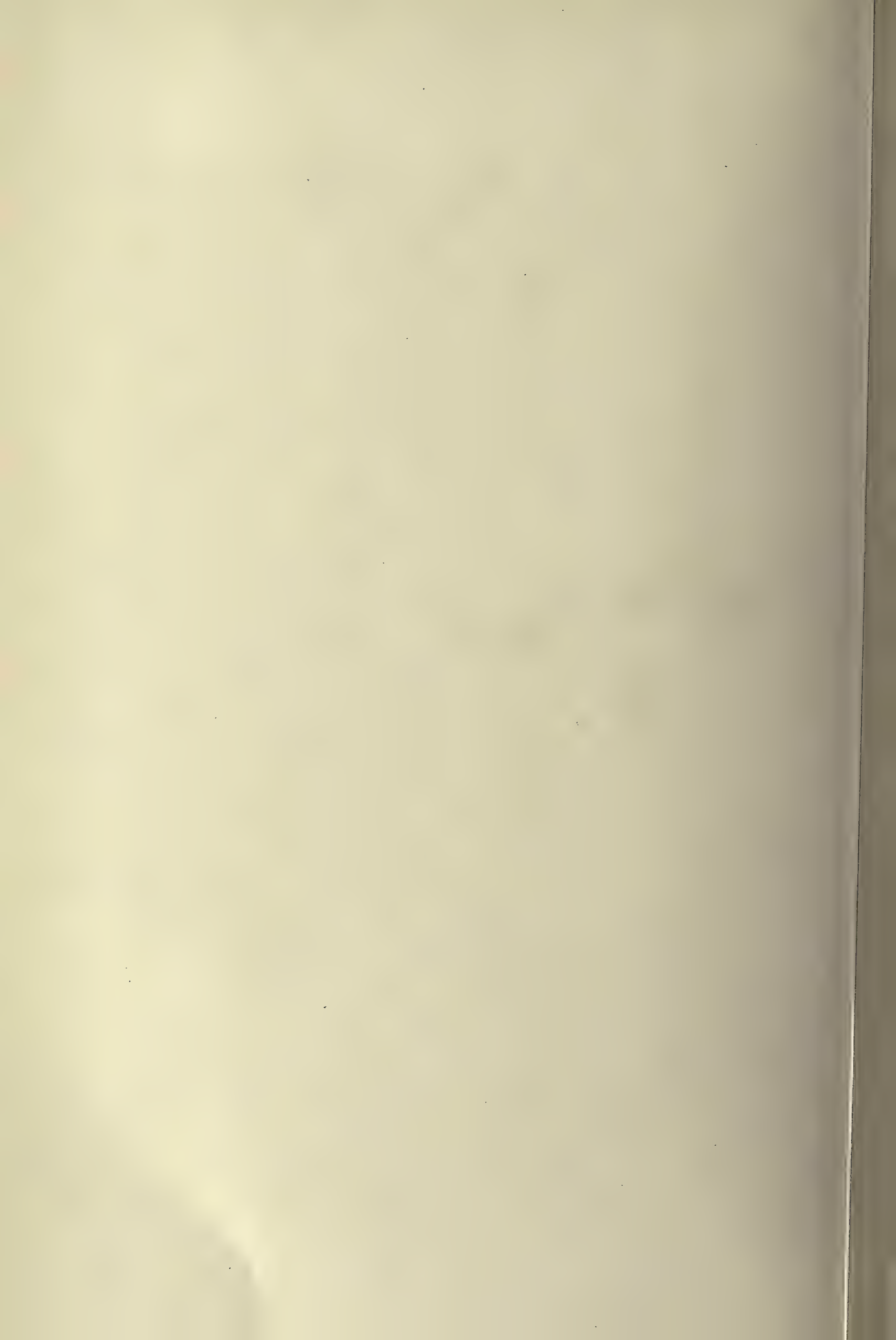
Auch die Amerikaner beschäftigen sich viel mit der Austernzucht, denn der Verbr[au]ch



Seemuſcheln.

Natürl. Größe.

1. Eßbare Mießmuſchel, *Mytilus edulis L.* — 2. Klaffende Feilenmuſchel, *Lima hians Gm.*, die obere frei ſchwimmend. — 3. Gemeine Pilgermuſchel, *Pecten jacobaeus L.*



ist jenseits des Ozeans noch weit höher als in Europa. Als Mastplätze für die abgelösten jungen Austern eignen sich diesseits wie jenseits dieselben Örtlichkeiten: Flußmündungen, Häfen, brackige Teiche. Natürlich sammeln sich auf diesen Mastplätzen, den Austern folgend, sehr bald zahlreiche niedere Tiere an. Die Kommission der Vereinigten Staaten, die diese Verhältnisse auf das sorgfältigste geprüft hat, zählt 90 solcher Gäste auf. Darunter sind einige sehr gefährliche Feinde der Austern, namentlich wieder ein Vorderkiemer (Urosalpix sp.), von den Austernfischern der „Bohrer" (the drill) genannt, und ein grüner Seestern (Asterias arenicola). Die Verheerungen, die letzterer anrichten kann, sind erstaunlich. Einem einzigen Eigentümer an der Küste von Konnektikut wurden in wenigen Wochen 2000 Bushel (1 Bushel etwa 35 Liter) Austern von dem Seestern getötet. Übrigens ist die Amerikanische Auster, Ostrea virginica *L.*, diözisch und weit fruchtbarer als unsere O. edulis, indem sie etwa zehnmal soviel Junge hervorbringt, also reichlich 10 Millionen. Das hängt offenbar zusammen mit der mangelnden Brutpflege, die Eier bleiben nicht erst im Mantelraum.

Die Angaben über das Wachstum unserer Auster schwanken beträchtlich, aus verschiedenen Gründen. Wir sehen eine Art Jahresringe an der Schale, namentlich an jüngeren Stücken, doch hat sich erwiesen, daß die Wachstumsperioden nicht scharf eingehalten werden; an Austern von 18 Monaten, die also zwei Sommer hinter sich haben, zählt man mindestens zwei, im Höchstfalle aber fünf Zuwachsringe. Dazu kommen starke Schwankungen im Wachstum; namentlich bleiben einzelne Stücke hinter dem Durchschnitt auffallend zurück. Auf Tafel „Weichtiere IV" bei S. 584 sehen wir die Entwickelung von Austern der irischen Station Ardfry in der Galway Bay, nach Anna Massy, dargestellt; die Größenunterschiede gleichalteriger Tiere sind hier sehr stark ausgeprägt.

Von europäischen Vorkommnissen wollen wir schließlich noch der sogenannten Flußaustern aus brackigem Wasser gedenken, wie sie im Tejo bis Lissabon vorkommen, große, längliche Formen, die nur in gekochtem Zustande genossen werden, mäßig geschätzt und billig sind; die Form wurde gelegentlich, durch ein Schiff verschleppt, in der Garonne angesiedelt.

Familie Kamm-Muscheln (Pectinidae). „Als ich im Mai und Juni 1850 im Bergen-Fjord mit dem Schleppnetz sammelte", erzählt Oskar Schmidt in der zweiten Auflage dieses Werkes, „wußte ich noch nicht, daß es nestbauende Muscheln gäbe. Da erbeutete ich eines Tages einen etwa 12 cm im Durchmesser habenden und äußerlich sehr ungehobelt aussehenden Klumpen, der aus lauter Steinchen und Muschelfragmenten bestand und, wie sich auf den ersten Blick ergab, durch ein Gewirr gelblicher und brauner Fäden zusammengehalten wurde. ‚Ein Muschelnest!' riefen meine Ruderer, und richtig, wie ich den Ballen umdrehte, glänzte mir aus einer ziemlich engen Spalte die weiße Schale der Feilenmuschel, Lima hians *Gmel.*, entgegen. Ich spülte das Tier aus seinem Neste heraus und konnte mich vorerst, nachdem ich es in ein weites Glasgefäß getan, nicht satt genug sehen an der Pracht eines Mantelbesatzes und der Lebhaftigkeit seiner Bewegungen. Das längliche, gleichschalige Gehäuse ist von reinstem Weiß, klafft an beiden Enden, besonders aber vorn, und läßt eine Menge orangefarbener Fransen des Mantelrandes hervortreten, die, wenn das Tier sonst ruhig ist, die verschiedensten wurmartigen Bewegungen machen, wenn es aber auf seine höchst sonderbare Weise schwimmt, wie ein feuriger Schweif nachgezogen werden. Kaum nämlich hat man die Muschel frei ins Wasser gesetzt, so öffnet sie und klappt die Schale mit großer Heftigkeit zu und schwimmt nun stoßweise nach allen Richtungen (s. die Tafel). Dabei sind einzelne der schönen Fransen abgerissen, scheinen aber dadurch erst recht lebendig

geworden zu sein, indem sie am Boden des Gefäßes ihre Krümmungen, wie Regenwürmer, auf eigne Faust fortsetzen. Das kann, wenn man das Wasser frisch erhält, ein paar Stunden dauern. Bleibt das Tier im Neste, so läßt es den dichten Fransenbüschel, der von dem nach innen gekehrten Rande des fast vollständig gespaltenen Mantels abgeht, aus der Nestöffnung heraus spielen, so daß von der Schale nichts zu sehen ist. Offenbar dienen sie, da sie mit lebhaft tätigen Wimpern bedeckt sind, zur Herbeischaffung der kleinen mikroskopischen Beute und des Atemwassers. Daß diese lebhafte Muschel in einem Neste wohnt, das sie offenbar selten verläßt, ist eine vorderhand etwas ungereimte Tatsache.

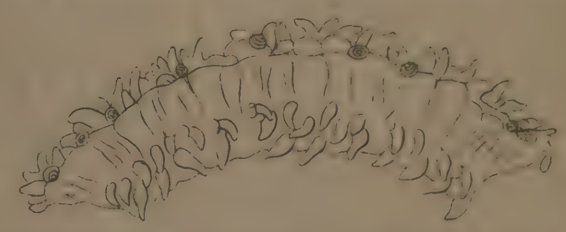


Nest der Feilenmuschel, Lima hians *Gmel.* Natürliche Größe.

„Betrachten wir nun das Nest etwas näher Das Tier befestigt ein Menge ihm gerade zu nächst liegender Gegen stände durch Byssusfäde einer gröberen Sorte an einander. Wie gesag waren die Nester, die ic in Norwegen sah, fast nu aus kleineren leichte Steinchen und Musche stückchen zusammengefüg das nebenstehend abgebi dete, das Lacaze-Duthie an einer seichten Stel im Hafen von Mah fand, vereinigt in bunt ster Auswahl Holz, Stein Korallen, Schneckenhäus usw. und hat dadurch e viel ungeschickteres Äußere bekommen, als ich gesehen. Man hat zwar die Lima noch ni beim Nestbau beobachtet, allein da man bei der Miesmuschel sich leicht davon überzeug kann, daß das Tier beliebig die Bartfäden abzureißen vermag, so wird man auch der F lenmuschel dieses Vermögen zuschreiben müssen. Nachdem sie nun die groben Außenwän des Hauses zusammengestrickt und die Bausteine durch Hunderte von Fäden verknüpft h tapeziert sie es inwendig mit einem feineren Gewebe aus, und es gleicht auch in die Beziehung dem feinsten und bequemsten, von außen wenig einladenden Vogelneste. bildet es für die durch ihr klaffendes Gehäuse wenig geschützte Muschel eine gute Festung, auch die gierigsten Raubfische zu verschlingen Abstand nehmen werden. Nach der Art, mir wiederholt in Norwegen in ziemlichen Tiefen von 20—30 Faden die Limen ins Schle netz gerieten, muß ich annehmen, daß sie auf tieferem Meeresgrunde, wo sie nicht du Wellen und Strömungen gestört werden, sich nicht erst unter größeren Steinen den Platz ihr Nest aussuchen. Diejenigen, welche der obengenannte französische Zoolog in Mahon s melte, befanden sich alle im seichten Wasser und durch große Steine geschützt. Getrock

werden die die Materialien verbindenden Fäden sehr brüchig, daher die Nester, obgleich durchaus nicht selten, sich doch nicht zur Aufbewahrung in Naturaliensammlungen eignen."

Den Mittelpunkt der Familie der Kamm-Muscheln bildet die Gattung Kamm- oder Pilgermuschel (Pecten *Müll.*; s. die Farbentafel bei S. 533), dem Leser vielleicht schon nach ihrer Schale bekannt, die von den größeren Arten als Schüssel für feines Würzfleisch (Ragout fin en coquilles) gebraucht wird, und die auch, um einen ästhetischeren Anknüpfungspunkt zu nennen, Hut und Kleid der aus dem Morgenlande heimkehrenden Pilger zu schmücken pflegte, die sie als einfaches Trinkgefäß führten. Das Gehäuse ist also frei und regelmäßig, bei vielen Arten ungleichschalig, indem die eine Hälfte vertiefter, schüsselförmig ist und die andere darauf als ein flacher Deckel paßt. Auffallend sind auch die Ohren jederseits neben dem Wirbel, von dem aus meist Rippen nach den Rändern ausstrahlen. Das Tier hat die Mantellappen vollkommen frei, am Rande verdickt und mit mehreren Reihen fleischiger Tentakel besetzt, zwischen ihnen zahlreiche Augen. Wir erwähnen hier gebrauchsfähige Sehwerkzeuge einer Muschel zum erstenmal; sie sind bei Pecten durch ihr diamant- und smaragdartiges Leuchten am auffallendsten und von eigenartigem, verhältnismäßig kompliziertem Bau, den selbst genaue Untersuchungen aus allerjüngster Zeit noch nicht restlos aufzuklären vermochten. Weder die Arten, noch die Individuen, noch auch die Mantelhälften verhalten sich in bezug auf Zahl und Lage dieser Augen gleich. Sie stehen in der Nähe des Schlosses und zumal hinter demselben am dichtesten und sind an dem konvexen, d. h. dem unteren, Mantellappen weniger zahlreich als an dem flachen. Sie erreichen bei den größeren Arten einen Durchmesser von 1 mm; zwischen diesen liegen kleinere, kaum halb so große; aber alle zeigen den wundervollen Glanz, hervorgerufen durch eine besondere Beschaffenheit der Regenbogenhaut, durch welche die Lichtstrahlen zurückgeworfen werden. Überhaupt erstaunt man über die Vollkommenheit dieser Augen, welche trotz ihrer im höchsten Grade befremdenden Lage optische Einrichtungen haben, daß gute Bilder von der die Muschel umgebenden Außenwelt erzeugt und durch den Nervenapparat auch zu ihrem dämmernden Muschelbewußtsein gebracht werden. In jedem Falle aber kann die Muschel vermittels derselben nicht in die Ferne sehen, sondern sie tun ihr die Dienste, die wir uns durch feine kleine Linsen verschaffen; es sind Gesichtsorgane für die nächste Nähe. Ihre Bedeutung ist durch v. Uexküll aufgeklärt. Man kann die Muschel, wie alle schwimmenden Verwandten, nicht sicherer zum Schwimmen bewegen, als wenn man einen Seestern, ihren grimmigsten Feind, in ihre Nähe bringt. Sie streckt ihre Fühler lang aus und läßt den Verfolger bis in unmittelbare Nähe herankommen. Erst jetzt genügen die Augen, um ihn zu erkennen, und nun beginnt eilige Flucht. Durch rasches Schließen der Schale, also durch den Adduktor, wird das Wasser aus dem Mantelraum herausgepreßt und ein Rückstoß erzeugt, wobei die Richtung durch die jeweilige Haltung einer vorspringenden Falte der Mantelränder bestimmt wird. Ein englischer Beobachter sagt, daß er in einem von der Ebbe zurückgelassenen Wassertümpel die Jungen von Pecten opercularis *L.* ganz munter umherhüpfen sah. Ihre Bewegung war reißend schnell und zickzackartig, sehr ähnlich der der Enten, welche auf einem Teiche während eines Sonnenblickes



Stück vom Mantelrande der Kamm-Muschel mit Tastern und Augen. Etwas vergrößert.

vor dem Regen spielend sich vergnügen. Sie schienen durch plötzliches Öffnen und Schließen ihrer Klappen das Vermögen zu haben, wie ein Pfeil durch das Wasser zu fliegen. Ein Sprung entführte sie meterweit, und mit einem zweiten waren sie plötzlich wieder nach einer anderen Richtung auf und davon.

Neuerdings hat v. Buddenbrock die Bewegungen der Pecten genauer untersucht und einen merkwürdigen Zusammenhang mit dem Bau der Gleichgewichtsorgane oder Statozysten aufgedeckt. Von diesen, die bei manchen Arten noch, wie bei den Nuculiden (s. S. 517), sich durch einen Gang nach außen öffnen, ist das linke besser ausgebildet als das rechte. Dem entspricht eine Asymmetrie in der Muskulatur des kleinen Fußes mit seinem Byssus. Wie empfindlich die Tiere für eine gestörte Gleichgewichtslage sind, zeigt sich, wenn sie nach einer Schwimmbewegung mit der verkehrten, flachen Schalenklappe auf den Boden zu liegen kommen. Dann erfolgt jedesmal eine präzise Umkehr um 180 Grad.

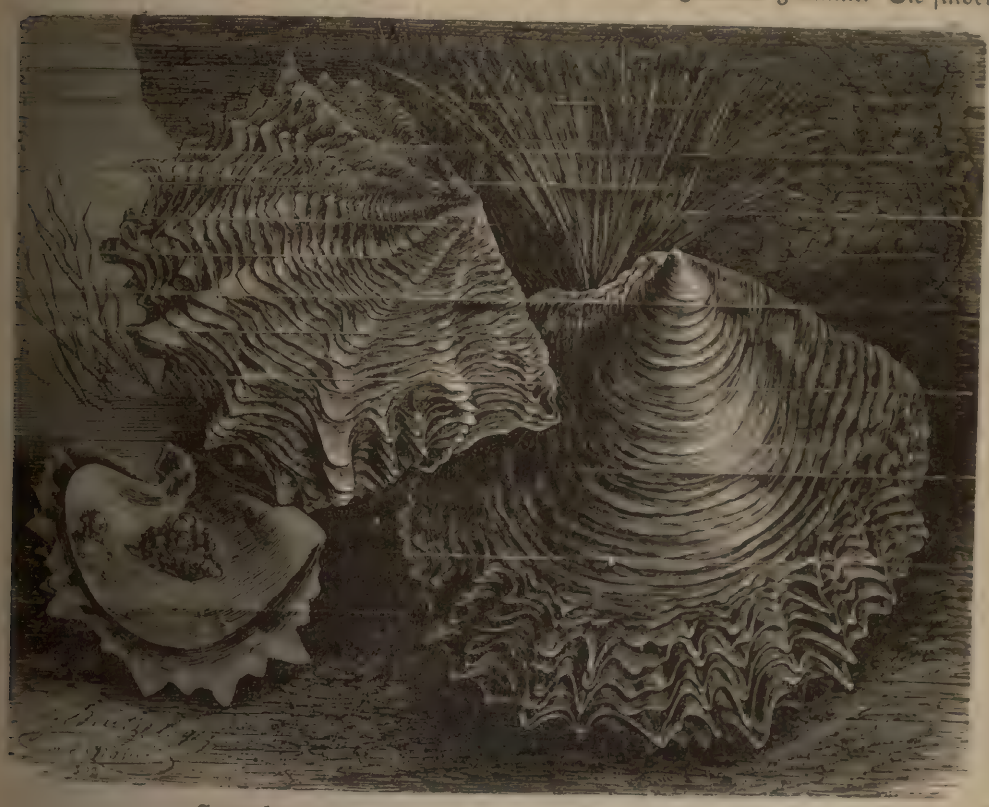
Daß die als Folge der Schwimmfähigkeit erworbenen Augen auch noch nach Verlust des Schwimmens erhalten bleiben können, lehrt ihr Vorkommen bei der nächstverwandten Sippe der Klappmuscheln (Spondylus *Lam.*). Diese wachsen nämlich mit der tieferen Schale fest. Charakterisiert sind sie auch durch die langen Stacheln auf den Rippen. Da diese Anhängsel zum Ansammeln von Algen und Schlamm Veranlassung geben, so sind diese Muscheln gewöhnlich bis zur Unkenntlichkeit mit einem schmutzigen Überzeuge bedeckt, unter welchem erst nach langem Reinigen das wahre, schöne Gesicht zum Vorschein kommt. Die im Mittelmeer häufige, aber ziemlich tief sitzende Lazarusklappe, Spondylus gaederopus *L.*, hat eine purpurfarbige Oberschale.

Die Seeperl- oder Vogelmuscheln (Aviculidae) haben innen schöne Perlmutter, aber nicht alle sind gleich geneigt zur Perlenbildung. Wir erwähnen Malleus *Lam.*, die Hammermuschel, mit geradem, langem Schloßrand, aber kurzer, nach unten sehr verlängerter Schale, die gewissermaßen den Hammerstiel bildet. Die wichtigsten Arten, welche die Grundlage der Seeperlfischerei bilden, gehören zur Gattung Meleagrina *Lam.*

Alle haben am Schloßrande vorn, häufig auch hinten, eine ohrförmige Verlängerung. Das Schloß ist vollkommen zahnlos oder hat in jeder Schale einen stumpfen Zahn. Die rechte Schale hat vor dem vorderen Ohr einen Ausschnitt für den Bart. Es sind etwa 30 Arten bekannt, die, mit Ausnahme einer im Mittelmeere vorkommenden, sämtlich in den heißen Meeren leben. „Die Kenntnisse über ihre Lebensweise“, sagt v. Heßling, „sind weniger die Resultate genau angestellter Untersuchungen, als zufälliger oder oberflächlicher Beobachtungen, welche überdies aus alten Überlieferungen unkundiger Fischer und Schiffsleute von Munde zu Munde sich forterbten. Gewöhnlich an einem und demselben Standorte einer und derselben Art angehörig, erhalten sie in den Tiefen des Meeresgrundes durch die Beschaffenheit des Bodens, auf welchem sie wohnen, sowie nach den verschiedenen pflanzlichen und tierischen Organismen, welche ihre Schalen überwachsen, ein mannigfaltiges Aussehen und deshalb gar häufig verschiedene Benennungen. Bald sind ihre Schalen mit großen, becherförmigen Schwämmen (Coda der Schiffer) völlig wie überschattet, bald wie mit einer der Betelfarbe ähnlichen Tünche (ebenfalls einem Schwamme) überzogen. Auf den einen Bänken lagern die Tiere mit ganz freien, unbedeckten Schalen, auf den anderen sind letztere Träger von Korallenstämmen, welche oft fünfmal schwerer als die Schalen selbst sind; an noch anderen Stellen kleben sie fest an den Riffen und Klippen der Felsen, besonders die jüngeren Tiere, und können, mit ihren Byssusfäden in dichten, zähen Klumpen

aneinanderhängend, hervorgezogen werden; oder die Muscheln liegen in weichem Boden und sandigem Grunde, in welchem sie, mit dem einen Ende aufgerichtet, teils bewegungslos stecken, teils, meist mit dem Schlosse voraus, langsame, in querer Richtung erfolgende Wanderungen anstellen. Die Höhe, bis zu welcher die Bänke aufgeschichtet liegen, ist verschieden; nach der Aussage verständiger Taucher beträgt sie nicht über 1½—2 Fuß, und ihre Tiefe im Meere reicht oft von 3—15, gewöhnlich 5—8 Faden."

Die wertvollste und zugleich am weitesten verbreitete Art ist Meleagrina margaritifera *L.*, die **Echte Perlenmuschel**, von Linné einst Mytilus margaritifer genannt. Sie findet



Seeperlenmuschel, Meleagrina meleagris *Lam.* ½ natürlicher Größe.

sich im Persischen Golfe, an den Küsten von Ceylon, den Inseln des Großen Ozeans, im Roten Meere, im Meerbusen von Panama und Mexiko und an der kalifornischen Küste, allerdings in mannigfachen Abänderungen, die sich vorzugsweise auf die Größe und auf die Dicke der Perlmutterschicht beziehen und zu besonderen lateinischen Namen Anlaß gegeben haben. So sind die Schalen der Tiere von Ceylon nur 5—6½ cm lang und 2½ bis 8 cm hoch, dünn und durchscheinend und für den Handel unbrauchbar, die die des Persischen Golfes aber viel dicker, und in der Sundasee lebt eine ½—1 kg schwer werdende Sorte mit einer dicken, herrlich glänzenden Perlmutterschicht. „Die preiswürdigsten Perlen", teilt v. Heßling weiter mit, „sollen sich vorzüglich im muskulösen Teile des Mantels nahe am Schalenschlosse finden; doch kommen sie auch in allen anderen Teilen des Tieres, wie an der inneren Schalenfläche, in dem Schalenschließer, von der Größe des kleinsten Stecknadelkopfes (Seed pearls) bis zu bedeutendem Umfange vor; und wie sich oft viel in einer Muschel

finden lassen (Kapitän Stuart z. B. zählte in einer einzigen 67, Cordiner bis zu 150 Perlen), ebenso werden auch Hunderte von Muscheln geöffnet, in welchen nicht eine einzige Perle anzutreffen ist. Nicht uninteressant, weil mit unserer Flußperlenmuschel übereinstimmend, ist die Behauptung der Perlenfischer im Orient, daß sie in vollkommen ausgebildeten und glatten Schalen niemals schöne Perlen erwarteten, wohl aber dieselben gewiß fänden in Tieren mit verdrehten und verkrüppelten Schalen sowie in solchen, welche an den tiefsten Stellen des Meeresgrundes lagern." Wir wollen uns indes die Entstehung der Perlen bis zu unserer Süßwasserperlmuschel aufsparen und hier nur eins der bunten Bilder, wie sie sich seit alter Zeit fast unverändert im Orient mit der Gewinnung der begehrten Beute verbinden, nach v. Heßlings Schilderung aufrollen. Sie ist dem Bericht des englischen Offiziers Grylls entnommen, der zum Schutz der Perlenfischerei an der Westküste von Ceylon eine Truppenabteilung befehligte.

„Der Hauptplatz der Perlenboote ist die dürre und öde Küste von Aripo (Ceylon). Mit unerbittlicher Macht sengt hier die Sonne alles zusammen, soweit nur das Auge schweifen kann. Im ausgeglühten Sande gedeiht nur Dorngestrüppe, zusammengeschrumpfte Blätter hängen am nackten Gesträuche. Die Tiere suchen Schutz vor den brennenden Strahlen, aber da ist nichts von einem Schatten, nur ein atemhemmender Dunst zittert über den Boden, und die See spiegelt die erdrückende Hitze zurück. Aus glühendem Sande ragen die gebleichten Gebeine der Perlentaucher hervor, welche die Gier nach den Schätzen in den Tod führte. Ein dorischer Palast, seit der englischen Besitzergreifung aus Quadersandstein erbaut, von außen mit dem schönsten Stucco aus Austerschalenkalk überzogen und von dürftigen Baumpflanzungen umgeben, ist der einzige Schmuck dieser Gegend, der einförmigsten von ganz Ceylon. Das ist der Ort, auf welchem sich das Bild des buntesten Treibens aufrollt, wenn die Taucherboote heransegeln und auf den Ruf der Regierung aus allen Gegenden Hindostans Tausende und Tausende schnöden Gewinnes halber herbeiströmen. Da erheben sich plötzlich von Condatchy an längs dem Gestade hin breite Straßen, wo Hütte an Hütte aus Bambus- und Arekapfählen, mit Palmenblättern, Reisstroh und bunten Wollenzeugen bedeckt, aufsteigt, in denen Lubbies (die eingeborenen Mohammedaner), Moren (mohammedanische Handelsleute) aus der Ferne, Malabaren, Koromandeler und andere Hindu ihre Buden aufschlagen. Abenteurer und Taschenspieler treten auf, gewandte Diebe schleichen sich ein. An allen Orten Spekulation mit Geld und Kredit. Stolze, im Rufe des Reichtums stehende Eingeborene vom Kontinent lassen sich zum sinnverwirrenden Schauspiele in reichverbrämten Tragsesseln unter prachtvollen Sonnenschirmen bringen. Alle indischen Sitten und Trachten kommen zum Vorschein, jede Kaste ist vertreten, Priester und Anhänger jeder Sekte eilen herbei, Gaukler und Tänzerinnen belustigen die Menge. Während dieses Schauspieles gehen jeden Morgen etwa 200 Boote in die See, von welchen jedes zwei Taucher nebst zwei Gehilfen und einen Malaiensoldaten mit geladenem Gewehre trägt; letzterer soll nämlich verhüten, daß die Muscheln ihrer Schätze nicht eher entledigt werden, bis sie ans Ufer gebracht sind. Ist diese ganze Flotte an ihrem Bestimmungsorte, etwa 4 englische Meilen weit vom Lande, angelangt, so beginnt die Arbeit. Eine bewaffnete Schaluppe liegt zu ihrem Schutze in der Nähe, und ein Zeltdach dieses Fahrzeuges läßt mit Muße und Bequemlichkeit dieses Schauspiel genießen. Um den Tauchern die Erreichung des Meeresgrundes zu erleichtern, welcher an dem Aufenthaltsorte der Perlenmuscheln 10—12 Klafter tief ist, hat man ein langes Tau an eine Rolle gewunden, welche von einer Querstange am Mast über den Bord hinaushängt, und an das Tau ist ein Stein von 100

150 kg Gewicht befestigt. Man läßt den Stein neben dem Boote herab, und der Taucher, einen Korb bei sich tragend, der ebenfalls mit einem Tau im Boote befestigt ist, gibt, auf dem Steine stehend, ein Zeichen, ihn herabzulassen, und sinkt dadurch rasch auf den Grund; dann wird der Stein wieder heraufgezogen, während der Taucher im Wasser mit der rechten Hand so viele Perlenmuscheln wie möglich in seinen Korb legt und mit der linken an Felsen oder Seegewächsen sich anklammert. Läßt er diese los, so schießt er an die Oberfläche empor, und ein Gehilfe zieht ihn sogleich in das Boot, während ein anderer den Korb mit den Muscheln heraufbefördert. Alsdann wird der zweite Taucher ins Wasser gelassen, und so geht es abwechselnd fort bis 4 Uhr nachmittags, denn nun kehren alle Boote mit ihren Ladungen nach Aripo zurück. Ist die Fischerei den Tag über beendigt, so erhält der Taucher, welcher am längsten unter Wasser geblieben war, eine Belohnung. Die gewöhnliche Zeit dieses Aufenthaltes währt 53—57 Sekunden; einmal hielt ein solcher 1 Minute und 58 Sekunden unter Wasser aus; als er wieder heraufkam, war er so erschöpft, daß er lange Zeit zu seiner Erholung brauchte. Alle dortigen Taucher sind Malaien und von Kindheit an zu ihrem Handwerke erzogen. Der Lärm ist bei diesem Geschäfte so groß, daß er die gefürchteten Haifische verscheucht, und viele Fischereien werden ohne irgendeinen Angriff zu Ende geführt: gleichwohl verlangen die Taucher, daß Haifischbeschwörer während des Fischens am Strande für sie beten und teilen gerne mit ihnen den Gewinn. Selbst die katholischen Taucher aus der portugiesischen Zeit her gehen nicht an ihr Geschäft, ohne Gebetformeln und Sprüche aus der Heiligen Schrift an ihrem Arme zu befestigen.

„Haben nun die Boote ihre gehörige Ladung Muscheln an Bord, so entsteht ein Wettrennen unter ihnen nach dem Ufer. Dort sind die diensttuenden Truppen aufgestellt, damit niemand sich Muscheln aneigne, ehe sie meistbietend verkauft oder in das Magazin der Regierung abgeliefert sind. Letzteres ist ein mit hohen Mauern umgebener viereckiger Raum, dessen Boden schräg und von vielen kleinen Rinnen durchschnitten ist; durch diese läuft fortwährend Wasser aus einem Behälter, in welchen die unverkauften Muscheln gelegt werden, damit sie bei eintretender Fäulnis sich von selbst öffnen. Sind die Perlmuscheln ans Land gebracht, so werden sie in kleine Haufen geteilt und versteigert. Dieses ist eine sehr belustigende Art von Lotterie, indem man leicht ein paar Pfund Sterling für einen großen Haufen Muscheln bezahlt, ohne eine einzige Perle darin zu finden, während mancher arme Soldat, welcher einen oder zwei Groschen für ein halbes Dutzend ausgibt, möglicherweise eine Perle darin entdeckt, so wertvoll, daß er damit nicht nur seinen Abschied erkaufen, sondern auch den Rest seines Lebens sorgenfrei zubringen kann. In früheren Zeiten ließ die Regierung die Perlenmuscheln nicht versteigern, sondern in das Magazin bringen und dort durch besonders angestellte Leute öffnen; allein diese waren so schlau, daß sie trotz der genauesten Aufsicht Perlen verschluckten. Gegenwärtig werden die nicht verkauften Muscheln in die erwähnten Wasserbehälter gelegt, und haben sich ihre Schalen durch Fäulnis geöffnet, so fallen die Perlen heraus, das Wasser spült sie in die Rinnen, in welchen sie durch feine Gazewände aufgehalten und in großer Menge gesammelt werden. Ist die Zeit der Perlenfischerei zur Hälfte verstrichen, so beginnt die eigentliche Plage. Die durch die glühenden Sonnenstrahlen schnell in Fäulnis übergehenden Muscheln verbreiten im Magazin einen nicht zu beschreibenden pestilenzialischen Gestank, und dazu gesellen sich Fieber, Brechruhr und Dysenterie, die steten Begleiter von Miasmen, Unreinlichkeit und Hitze. Der Wind verbreitet einen abscheulichen Geruch auf meilenweite Entfernungen, und die Luft ist in der Kaserne, welche absichtlich 2 Meilen weit vom Magazin entfernt liegt, besonders zur Nachtzeit kaum

zu ertragen. Wollen sich keine Perlenmuscheln mehr finden, und ist man der beschwerlichen Fischerei müde, dann wird Aripo von seinen Bewohnern nach und nach verlassen, und die Ufer werden wieder still und öde; nur die Truppen müssen so lange ausharren, bis die letzte Muschel im Magazin verfault ist. So endet diese vielbewegte Szene, dieses wirre Getreibe, welches Gewinnsucht der Menschheit ihrer Eitelkeit willen ins Dasein ruft. Verklungen ist geschäftiger Händler buntes Feilschen und der neugierigen Menge lärmendes Getöse; verhallt ist das kataraktenähnliche Rauschen der auf- und abfahrenden Taucher; verschwunden sind alle die Handelsleute, Juweliere, Ringfasser, Schmuckhändler und übrigen Glücksritter, welche auf sichere Gewinste in der großen Lotterie ihr Spiel wagten: an der öden, verlassenen Küste brandet nach wie vor mit melancholischen Schlägen des Meeres Welle, verflogen in alle Winde sind das Stroh und die Lappen der flüchtig gebauten Hütten, heißer Flugsand bedeckt die Fußtritte der einst hier wogenden Menge."

Auf der gegenüberliegenden Küste sind die Perlenbänke, die sich nordöstlich vom Kap Komorin an der Küste von Tinnevelly hinziehen, seit vielen Jahrhunderten ausgebeutet worden. Als die Messe von Tuticorin unter portugiesischer Herrschaft noch blühte, zogen 50—60000 Kaufleute dorthin. Allein man übernahm sich und erschöpfte die Bänke. So hat man in neuerer Zeit — die Versuche begannen bei Ceylon bereits vor einem Jahrhundert — zur künstlichen Zucht gegriffen, oder doch Schonung und günstige Lebensbedingungen zu erreichen gesucht. Man hat „seine Sorgfalt besonders den jungen Muscheln zugewandt, sie in Aquarien und größeren Kisten gehalten, um sie später an möglichst geschützten Orten im Meere auszusetzen. Solche Versuche sind an den indischen, australischen und amerikanischen Küsten, auf den ozeanischen Inseln wie in Japan gemacht worden und haben auch zu einem gewissen Erfolg, d. h. zu etwas reicheren Erträgen, an einzelnen Örtlichkeiten geführt, ohne daß diese freilich anscheinend besonders erheblich waren. Es ist aber nicht leicht, im größeren Umfang, wie es für das Gedeihen der Perlmuscheln nötig ist, günstige Lebensbedingungen zu schaffen. Möglichster Schutz und Schonung der unter natürlichen Verhältnissen lebenden Muscheln dürfte immer noch das Günstigste sein, solange jene Schutzvorrichtungen sich nicht im größeren Umfange herstellen lassen. Das Halten der Perlmuscheln in abgeschlossenen Tanks wie in den Austernparks scheint keine rechten Erfolge gehabt zu haben" (Korschelt). Man ist sogar noch viel weiter gegangen in kostspieligen Versuchen. In der Annahme, daß die Perlenbildung von einem Schmarotzer, der Jugendform eines Saugwurms, veranlaßt wird, der seine weitere Entwickelung in einem Jungfische als zweitem Zwischenwirt erfährt, um endlich in einem anderen Fisch seinen Reifezustand zu erreichen und von da aus wieder die Muscheln zu infizieren, hat man die Muscheln durch ein nur für Jungfische durchlässiges Drahtnetz geschützt, und in einem Raum darüber, alles im freien Meere, allerlei größere Fische gehalten, um den Kreis zu schließen. Da aber die Theorie, wie wir sehen werden, noch auf unsicherem Grunde ruht, lohnt es nicht näher auf diese Versuche einzugehen.

Wir schließen hier noch einen nahe verwandten Heteromyarier an, der allerdings von einem äußerlich ziemlich verschiedenen Habitus ist, die Steck- oder Schinkenmuschel, Pinna *L.* Die Schale der Steckmuscheln besteht fast nur aus den pyramidalen, mehr oder minder im Winkel zur Fläche aufgerichteten Säulchen, aus der Prismenschicht also, die bei den meisten anderen Muscheln gegen die Perlmutterschicht zurücksteht. Sie ist dünn, oft mit Schuppen besetzt und klafft hinten. Sie bildet ein Dreieck, dessen kleinster Winkel das Vorderende ist, an dem auch die geraden, spitzen Wirbel liegen. Das Ligament ist derart

innerlich, daß es den Schalen nur eine geringe Öffnungsweite gestattet, so daß diese, wenn man versucht, sie ganz aufzuklappen, auseinanderbrechen.

Die Pinnen leben in den heißen und gemäßigten Meeren und erreichen zum Teil eine Länge von 2 Fuß, wie Pinna squamosa *Desh.* des Mittelmeers. Sie lieben die stillen Meerbusen mit Schlammgrund, in dem sie in der Tiefe von einigen Fuß meist in großen Mengen beieinander sitzen. Sie werden teils wegen ihres freilich minder guten Fleisches, teils wegen des Byssus gesucht, aus dem in Unteritalien allerhand Geflechte und Webereien, meist Handschuhe, angefertigt werden, jedoch mehr der Merkwürdigkeit wegen, als daß ein Handelsartikel daraus würde.

Schon die Alten haben beobachtet, daß sehr häufig (sie glaubten, immer) die Pinne in ihrer Mantelhöhle einen rundlichen Krebs beherbergt, den sie Pinnotheres oder Pinnophylax, den Pinnenwächter, nannten. „Das Amt dieser Hüter", sagt noch Rumph, Plinius folgend, „besteht darinnen, daß sie die Steckmuschel kneipen müssen, wenn etwa einige Speise in der Schale vorhanden oder irgendeine Gefahr zu befürchten ist, damit die Muschel gleich ihre Schalen zusammenziehe." Plinius fügt noch hinzu, daß der Wächter für seinen Dienst einen Teil der Beute erhalte. Wir wissen jetzt, daß der Vorteil ein anderer ist, nämlich der Wasserstrom, der durch die Mantelhöhle geht, und daß es eine ganze Reihe verschiedener Krebse und ebenso verschiedener Muscheln gibt, die in demselben Verhältnis der Symbiose zueinander stehen.

Vierte Ordnung:

Echte Blattkiemer (Eulamellibranchia).

Die Eulamellibranchien umfassen zunächst die Süßwassermuscheln. Die Morphologie führt nämlich, wenn wir Pelseneer folgen, merkwürdigerweise unsere drei Süßwasserfamilien, die Unioniden oder Malermuscheln, die Cycladiden oder Kugelmuscheln und die Dreyssensiiden oder Wandermuscheln, in unmittelbare Nachbarschaft zusammen, merkwürdigerweise, denn sie umfassen in ihrer Entwickelung die größten biologischen Gegensätze innerhalb der Klasse. Die Cycladiden haben die vollkommenste Brutpflege, die Unioniden bedürfen für ihre absonderlichen Larven eines Wirtes, in dem sie schmarotzen, Dreyssensia aber hat die schwimmende Veligerlarve, die sonst den marinen Muscheln zukommt. Eine besondere Wichtigkeit erhält die Gruppe noch dadurch, daß sie die Lieferanten der besten Perlen enthält. Wir wollen diese Eigenheit zuletzt betrachten.

Familie Dreyssensiidae. Dreyssensia *Bened.* (auch Tichogonia oder Dreissena, am richtigsten wohl Congeria) sieht einer kleinen Miesmuschel sehr ähnlich, doch sind die Klappen gekielt, weniger dunkel, oft sogar quergestreift, weshalb sie auch Zebramuschel genannt wird. Die Mantelränder sind verwachsen bis auf drei Stellen, die beiden Siphonalöffnungen und die Öffnung für den kleinen Fuß und den Bast oder Byssus. Bezeichnend ist eine unter den Wirbeln gelegene scheidewandartige Platte, welche die Schließmuskeln trägt. Unter den etwa sechs lebenden Arten hat Dreyssensia polymorpha *Pall.*, die Wandermuschel, ganz besonderes Aufsehen erregt. Man findet sie wohl in Klumpen an ihrem Byssus hängend an einem festen Gegenstand, vielleicht einer Malermuschel, die sie stromaufwärts mitschleppt. Daß sie im Winter ihren Byssus abwirft und sich in tieferes Wasser zurückzieht, wurde bereits erwähnt (S. 513). In den holsteinischen Seen schwärmen ihre Larven, wie Apstein zeigte, im Sommer in solchen Mengen, daß sie die Hauptmasse des

Planktons bilden. Würden alle zu Muscheln heranwachsen, so müßte der Grund der Seen mit ihnen gepflastert sein. Bei der Kleinheit der Larven und ihrem geringen Schwimmvermögen ist es selbstverständlich, daß sie von jeder Strömung erfaßt werden und weiter unterhalb, schließlich im Meere landen müßten. Um so auffälliger ist ihre Verbreitung. Wir kennen das rasche Ausbreiten einiger Unkräuter, ebenso die schnelle Verbreitung einiger auf Pflanzen schmarotzender und mit ihren Wohnpflanzen in die Treibhäuser eingeführter Insekten; dagegen dürfte das Beispiel einer wenn auch nicht ganz natürlichen Erweiterung des Wohnbezirkes, wie es Dreyssensia in einem unverhältnismäßig kurzen Zeitraume gibt, für die niedere Tierwelt einzig dastehen und nur mit der Überflutung der Länder und Kontinente des Westens durch die Wanderratte verglichen werden können. Wir verdanken dem um die Kenntnis der geographischen Verbreitung der Weichtiere hochverdienten E. v. Martens den genauen Nachweis über das allmähliche Vorrücken dieser Süßwassermuschel aus dem Osten nach dem Westen. Der Gegenstand ist in tiergeographischer Hinsicht so wichtig, daß wir nicht umhin können, den Bericht im Auszug und mit Hinweglassung vieler Einzelangaben wörtlich mitzuteilen.

„In betreff der wirbellosen Tiere", heißt es, „ist die Unterscheidung der verschiedenen Arten im allgemeinen von so jungem Datum, daß sich noch nichts über eine historische Änderung in ihrem Vorkommen sagen läßt. Eine der wenigen Ausnahmen von dieser Rege[l] bietet Dreyssensia polymorpha, nicht weil sie schon länger den Naturforschern bekannt ist sondern weil sie in fast ganz Europa die einzige Art ihrer Gattung ist und vermöge ihre[r] Gestalt auch beim oberflächlichsten Anblick mit keiner anderen Gattung von Süßwassermuscheln verwechselt werden kann.

„Die Kenntnis der auffälligeren Arten unserer deutschen Süßwassermollusken datiert nur wenige Arten ausgenommen, erst von der zweiten Hälfte des vorigen (18.) Jahrhunderts mit Martini 1768 und Schröter 1779, während die dänischen von O. F. Müller 1774, di[e] schwedischen von Linné 1746—66, die nordfranzösischen von Geoffroy 1767, die englischen aber fast ein Jahrhundert früher von Lister 1678 speziell unterschieden wurden. Daß keine dieser Schriftsteller die genannte Muschel beobachtet hat, deutet sehr entschieden darauf hi[n] daß dieselbe in den von ihnen untersuchten Gegenden damals nicht lebte; ein Schluß, de[r] selbstverständlich bei kleinen selteneren, schwieriger zu findenden oder zu unterscheidende[n] Arten nicht statthaft wäre, wohl aber bei dieser Muschel, welche gegenwärtig in der Havel im Tegelsee usw. massenweise nahe am Ufer auf Steinen oder anderen Muscheln sitzen und in Menge ausgeworfen am Ufer zu finden ist. Alle Naturforscher des vorigen (18 Jahrhunderts kennen sie nur nach Pallas als südrussische Muschel. Das älteste Datum eine[r] ihr neues Vorkommen betreffenden Veröffentlichung ist 1825, wo C. E. v. Bär sagt, da[ß] sie unermeßlich zahlreich im Frischen und Kurischen Haff sowie in den größeren Flüsse[n] viele Meilen vom Meere entfernt vorkomme, klumpenweise an Steinen, namentlich andere[n] Muscheln, mittels des Byssus befestigt.

„In derselben Zeit war sie aber nun auf einmal in der Havel unweit Potsdam u[nd] den benachbarten Seen, und zwar in Menge gefunden worden. Alle persönlichen Erinn[e]rungen und gedruckten Notizen, welche ich in Berlin hierüber aufzuspüren imstande wa[r] führen übereinstimmend auf diese Zeit. Einige Jahre später, etwa um 1855, wurde sie b[ei] der Pfaueninsel unweit Potsdam durch ihr klumpenweises Anheften an im Wasser stehen[de] Pfähle unangenehm bemerklich. Seit dieser Zeit ist sie in der Havel und in dem Teg[el]see äußerst zahlreich geblieben und hat sich in neuester Zeit auch in der Spree unmittelb[ar]

bei Berlin gezeigt. Das Vorkommen unserer Muschel in der Donau läßt sich mit Sicherheit bis 1824 zurückverfolgen, aber es läßt sich nicht nachweisen, daß sie früher in der Donau nicht gelebt habe." Aus der zum Elbgebiet gehörigen Havel ist sie bis jetzt stromaufwärts bis Magdeburg und Halle gedrungen. In der Rheinmündung wurde sie 1826 zuerst gesehen, jetzt gehört ihr das Gebiet bis Hüningen und Heidelberg. Von Holland aus läßt sich ferner ihr Vordringen in das nördliche Frankreich bis Paris verfolgen, und dann ist sie aus dem Gebiete der Seine in das der Loire eingewandert. Endlich kennt man sie in England seit 1824, zuerst in den Londoner Docks, jetzt aber bewohnt sie schon verschiedene Flüsse Englands und Schottlands.

Obschon man sich auf die angegebenen, ihr erstes Auftreten in den mitteleuropäischen Stromgebieten betreffenden Zahlen nicht ganz verlassen kann, „ist dennoch das nahezu gleichzeitige Erscheinen unserer Muscheln in den hauptsächlichsten Stromgebieten Deutschlands und in England von besonderer Bedeutung. Im Rheingebiet rückt sie entschieden von der Mündung an nur stromaufwärts vor; in das Elbgebiet ist sie offenbar von Osten her durch die Havel getreten. Schon das gibt Andeutungen über das Wie und Woher der Verbreitung. Wahrscheinlich ist die Wanderung keine selbständige, eigenwillige, sondern Verschleppung durch Schiffe und Flöße, an welche sich die Muschel einmal festgesetzt hat, der Weg daher die Wasserstraßen der Menschen, seien es Flüsse oder Schiffahrtskanäle. Letztere helfen ihr von einem Stromgebiet in ein anderes. Man hat gegen diese Annahme geltend gemacht, daß sie auch in einzelnen Seen ohne schiffbare Verbindung mit Flüssen vorkomme, so im Mecklenburgischen und in Pommern, ferner namentlich in der europäischen Türkei; für Albanien hat dieser Einwurf Gewicht, für die Ostseegegenden bei der Nähe schiffbarer Gewässer weniger, indem er hier nur beweist, daß auch ausnahmsweise eine Verbreitung durch andere Mittel auf kleinere Entfernung möglich sei. Im großen und ganzen bleibt es Regel, daß sie im Ost- und Nordseegebiet nur in schiffbaren Gewässern sich findet. Was die Verschleppung über See nach den Rheinmündungen und England betrifft, so scheint mir ein Transport mit Schiffsbauholz im Innern eines Schiffes fast wahrscheinlicher als ein solcher außen am Schiffe durch das Meerwasser. Aus einem größeren, sie feucht haltenden Klumpen können einzelne Individuen sicher mehrere Tage über Wasser ausdauern und wahrscheinlich länger als in Seewasser, das den Süßwassertieren im allgemeinen verderblich ist. Dreyssensia ist aber keineswegs, wie man oft behauptet, zugleich ein Süßwasser- und ein Meertier[1], wenigstens nicht mehr, ja weniger als Neritina unter den Schnecken. In der Ostsee lebt sie nur innerhalb der Haffe, nicht außerhalb; und ich fand sie im Odergebiet auf der Insel Wollin nur auf der Haffseite der Insel, nicht auf der Meerseite lebend, ja bei Swinemünde noch einzeln an der Innenseite des Dammes, in Gesellschaft der Paludina impura und des Limnaeus ovatus, echter Süßwasserschnecken, aber nicht mehr an der Außenseite desselben, wo von sonstigen Süßwassermollusken nur noch Neritina

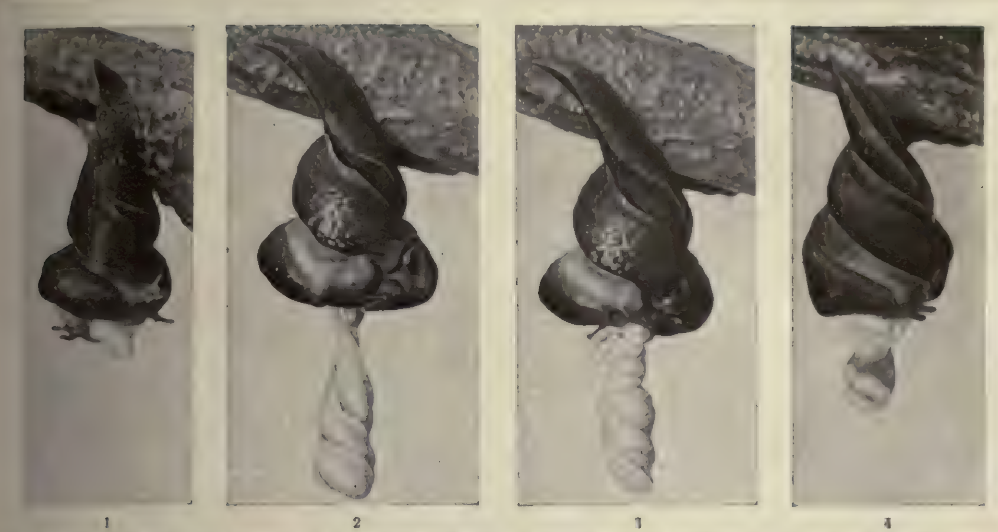
[1] Der südlichste Punkt, an welchem O. Schmidt selbst Dreyssensia gesammelt, ist in Dalmatien unweit Sebenico der enge natürliche Kanal, durch welchen der die Kerka unterhalb ihrer berühmten Wasserfälle aufnehmende Vrana-See mit dem merkwürdigen Becken von Sebenico zusammenhängt. Das Wasser hat dort kaum einen salzigen Beigeschmack. Weiter gegen das Meer zu ist die Muschel völlig verschwunden. Geologisch scheint die ganze Ableitung gut begründet, denn für die pontische Stufe oder das ältere Pliozän im Südosten Europas sind die Congerien, die mit Dreyssensia zusammenfallen sollen und in süßem oder schwach brackigem Wasser lebten, geradezu bezeichnend. Die Muschel hätte demnach auf diesem Boden mit so vielen anderen altertümlichen Formen die Eiszeit überdauert.

fluviatilis zu finden war. Am offenen Ostseestrande von Misdroy hatte Mytilus edulis durchaus und einzig die Rolle, welche im Haff und in der Havel Dreyssensia spielt, einzelne Steine und Pfähle zu überziehen. Daß Dreyssensia somit nicht aus der Ostsee, aber doch aus den Küstenländern der Ostsee nach Deutschland und England gekommen sei, scheint annehmbar." (v. Martens.) Das Ergebnis der Untersuchung über die Herkunft ist somit, daß Dreyssensia aus dem südlichen Rußland auf den künstlichen und natürlichen Wasserwegen in etwas mehr als einem Jahrzehnt nach den Ostseeprovinzen und von da ebenfalls durch Binnenkanäle bis zur Havel gelangt wäre.

Die Kugelmuscheln (Cycladidae) haben kugelige Schalen und Siphonalröhren. Sie zerfallen in drei Gattungen, die Kugelmuschel (Cyclas *Klein* oder Sphaerium *Scop.*) die Häubchenmuschel (Calyculina *Cless.*), bei der die Wirbel der Klappen sich röhrenartig verlängern und das scharf abgesetzte Embryonalschälchen tragen, und die ganz kleine Erbsenmuschel (Pisidium *Pfr.*) mit abgestutztem Hinterende. Bei der letzten sind die beiden Siphonen verwachsen. Von den Arten von Cyclas erreicht die größte, C. rivicola *Lam.*, 2 cm Länge, die anderen noch nicht die Hälfte. C. rivicola hält sich auf dem Schlammgrunde größerer, langsam fließender Gewässer; die gemeine C. cornea *L.* klettert mehr zwischen den Pflanzen, die das Ufer säumen, auch wohl am Wasserspiegel (vgl. S. 513). Calyculina bewohnt schlammige Gräben und Lachen; die Erbsenmuschelchen sind in den meisten Gewässern verbreitet, einzelne halten selbst in hochalpinen Seen aus, die nicht jeden Sommer ihre Eisdecke verlieren, — der energischste Vorstoß der Lamellibranchien schlechthin.

Die Jungen werden, ohne Verwandlung, in besonderen Bruttaschen der Kiemen ausgetragen. Die jüngsten enthalten nur eine oder zwei Embryonen, die ältesten, durch Verschmelzung mehrerer entstanden, bis zu sieben in allen Größen, ähnlich wie bei Paludina. Sie sollen von den Hautabfällen der Mutter leben. Man kann sie lebend herausnehmen und bei ihrer Farblosigkeit trefflich unter dem Mikroskop studieren.

Den Körperbau der Familie der Najaden (Unionidae) haben wir uns eingangs angesehen (S. 508). Die Najaden sind weithin über die Kontinente verbreitet. Die große Abänderungsfähigkeit läßt die Anzahl der Arten, die nach Hunderten und aber Hunderten beschrieben sind, sehr unsicher erscheinen. Überaus reich ist Nordamerika. Die Najadenfauna der nördlichen Erdhälfte ist, wenn man vom fernen Ostasien absieht, einheitlich und zerfällt in drei Gattungen: Unio *Retz.*, die Flußmuschel, hat außer kurzen Kardinal- oder Hauptzähnen langgestreckte Seitenzähne dahinter, sie bevorzugt bewegtes Wasser. Bei Margaritana *Schum.*, der Flußperlmuschel, fallen die Seitenzähne weg, während die Kardinalzähne, einerseits zwei, anderseits einer, besonders stark werden und einen hervorragend soliden Verschluß garantieren; er entspricht dem Aufenthalt der dickschaligen Tiere in schnell fließenden Gebirgsbächen. Anodonta *Cuv.*, die dünnschalige Teichmuschel, entbehrt aller Schloßzähne und ist auf ruhiges Wasser angewiesen. Sucht man nach phylogenetischen Anhaltspunkten über den Zusammenhang der Gattungen untereinander, so hat man Margaritana an den Anfang zu stellen, denn bei ihr ist die morphologische Scheidung im Mantel am wenigsten vorgeschritten, die Mantelränder sind am wenigsten scharf zu Kloaken- und Branchialausschnitten lokalisiert, und die durch Verwachsung der hinteren Kiemenbasen entstehende Scheidewand, welche den hinteren Mantelraum in zwei Stockwerke teilt, ist am unvollständigsten ausgebildet. Auch den Kiemen fehlt noch die funktionelle Differenzierung, da nicht nur das äußere Paar, sondern beide beim Weibchen als Bruträume dienen.

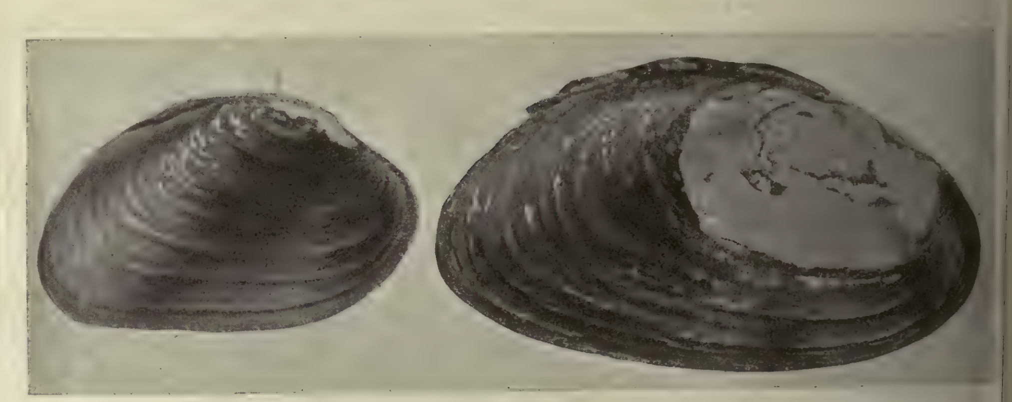


1—4 Begattung von Limax maximus *L.* K. Fischer-Erfurt phot. („Jenaische Ztschr. f. Naturw.", N. F. Bd. 48, H. 1, Jena 1917.)
1. Beginn der Ausstoßung der Ruten nach Umschlingung der Körper, 2. die Ruten sind voll ausgestoßen, 3. auch die Samenpakete sind hervorgetreten, 4. Zustand gegen Ende der Begattung. S. 481.

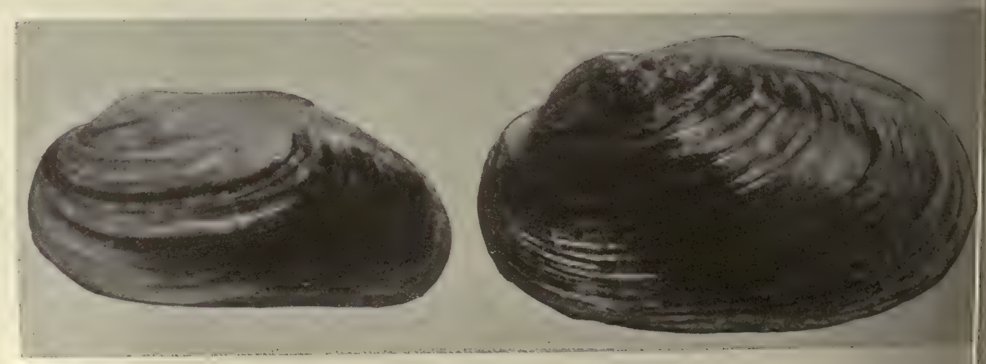
5. Deutsche Teichmuschel-Arten. Natürliche Größe. S. 552. Aus W. Israel, „Biologie der europäischen Süßwassermuscheln". Stuttgart o. J. Oben links: Anodonta complanata elongata *Roßm.*; oben rechts: Anodonta complanata typica *Roßm.*, unten: Anodonta cygnea *L.*



6. Unio tumidus *Retz.*



7. Unio crassus *(Retz.)* thuringiacus *Israel.*



8. Unio batavus consentaneus *Zieg.*

6—8. Deutsche Flußmuschel-Arten. Natürliche Größe. S. 551.

Aus W. Israel, „Biologie der europäischen Süßwassermuscheln". Stuttgart o. J

Während die Zykladen durchweg Zwitter sind, wechseln bei den Najaden hermaphroditische Formen mit diözischen. Unsere einheimischen sind im allgemeinen getrenntgeschlechtlich. Zwitter finden sich namentlich unter den Anodonten, und zwar um so mehr, je abgeschlossener das Wasserbecken ist, in welchem sie hausen. Nachdem die Eier aus der Geschlechtsöffnung ausgestoßen sind, werden sie durch entsprechenden Wimperstrom bei der Perlmuschel in alle vier, bei den anderen in die äußeren Kiemen befördert, die als Brutraum oder Marsupium dienen und beträchtlich anschwellen. Hier werden sie zunächst durch das vom Männchen ausgestoßene und vom Weibchen mit dem Atemwasser aufgenommene Sperma befruchtet. Bei Margaritana sind es reichlich 1000000 Eier, bei Anodonta 3 bis 400000, bei Unio etwas weniger. Bei der Perlmuschel fällt die Laichzeit in den Juli und August, bei der Flußmuschel in den Vorsommer, bei der Teichmuschel, welche die längste Brutzeit hat, in den Winter. Nach der Furchung bedeckt sich das Ei an einer Stelle, die Flemming „Wimperschild“ genannt hat, mit äußerst kurzen und zarten Wimpern, durch welche die nunmehr sich bildende Frucht in ihrer Eihaut und in der sie umgebenden Flüssigkeit in fortwährende, drehende Bewegung versetzt wird. Diese überraschende Erscheinung wurde, wohl als die erste ihrer Art, schon von dem Vater der Mikroskopie, dem großen Leeuwenhoek, beobachtet. „Einige dieser Muscheln“, schreibt er, „öffnete ich in Gegenwart des Kupferstechers, damit er die Jungen, sobald ich sie aus ihren Behältern genommen hätte, sogleich zeichne; denn wenn sie auch nur einige Stunden hätten stehen müssen, so würden sie ihre wahre Gestalt schon eingebüßt haben. Die noch ungeborenen Muscheln wurden nun in eine Glasröhre unter das Mikroskop gebracht, und ich sah mit Erstaunen ein gar schönes Schauspiel. Denn jede derselben, in ihrer besonderen Haut oder Hülle eingeschlossen, zeigte eine langsame Umdrehung, und zwar nicht bloß für eine kurze Zeit, sondern diese radförmigen Drehungen konnten 3 Stunden lang nacheinander beobachtet werden und waren um so merkwürdiger, als die jungen Muscheln während der ganzen Bewegung beständig in der Mitte ihrer Eihaut blieben, wie eine um ihre Achse sich drehende Kugel. Dies ungewöhnlich schöne Schauspiel erfreute nicht allein mich selbst, sondern auch meine Tochter und den Zeichner ganze drei Stunden lang, und wir hielten es für eins der ergreifendsten, die es geben kann.“



Glochidium der Teichmuschel. Aus E. Korschelt, „Perlen“ („Fortschr. der naturwiss. Forschung“, Bd. VII, 1913). f Larvenfaden (Scheinbyssus), sh Schalenhaken, so Sinnesorgane, s Schale, sm Schließmuskel. Stark vergrößert.

In der Kieme entwickelt sich, immer innerhalb der Eischale, eine eigenartige, Glochidium genannte Larve, deren weitere Schicksale erst viel später, vor noch nicht 50 Jahren, zunächst durch Leydig, aufgeklärt wurden. Die Glochidien sind zweiklappige Muschelchen mit dreieckig rundlicher Schale, deren Klappen, gegenüber dem Schloß, mit beweglichen Haken oder Stacheln versehen sind. Mittels eines Schließmuskels können sie auf- und zuklappen. Der Mantel, auf dem sie sitzen, ist noch nicht der endgültige und wird als Scheinmantel bezeichnet, an seiner Unterseite sitzen Sinnesknospen. Dazu kommt ein Scheinbyssus, ein einzelner klebriger Faden, lang bei Anodonta, kürzer bei Margaritana; bei Unio fehlt er. Eine Anodonta stößt nun ihre Glochidien im Aquarium nur aus, wenn gleichzeitig ein Fisch sich darin aufhält. Beim Ausstoßen werden die Glochidien von ihren Eihüllen befreit und fallen, oft durch ihre Fäden verklebt, zu Boden. Gelegentlich haftet ein frei schwebender Faden

an der Bauchseite des Fisches, zumal der Flossen; der Klumpen von Larven wird mitgerissen, und durch Auf- und Zuklappen der Schale mit den beweglichen Haken heftet sich eine Anzahl an der Haut fest.

Etwas anders verhält es sich bei der Perl- und der Flußmuschel. Bei jener verkleben die Larven ebenfalls zu Klumpen, bei dieser haften so viele zusammen, wie in einem Brutfach des Marsupiums saßen. Diese Ballen nun werden vom Maule eines Fisches aufgenommen, einige Glochidien werden verschluckt, andere geraten zwischen die Kiemenspalten, wo sie sich, ganz wie die Larven von Anodonta, an den Kiemenfäden befestigen. Der Reiz der angeklammerten Schmarotzer veranlaßt die Fischhaut zu einer Wucherung, welche die Larven in einer Blase einschließt. Darin haben die Glochidien einen Kampf zu bestehen mit den Leukozyten oder weißen Blutkörperchen des Wirtes, die bekanntermaßen fremde Eindringliche angreifen und vernichten. Es mag so noch manche Larve, nachdem sie schon das Glück hatte, an einen Wir zu gelangen, wieder zugrund gehen. Diese verwickelten Lebenswege der Jungen, von dene nur wenige auserwählt sind, erklären zur Genüge die hohe Eizahlen. Während einige Wochen des parasitischen Leben legen sich im Glochidium, dc vermittels einzelner Zellen se nes Scheinmantels Zellen de Fisches nach Amöbenart au nimmt, die endgültigen Orga an, der Mantel, der Fuß, d ersten Kiemenhöcker; und binnen kurzer Frist wird nach dem Verlassen des Fisches i Schlamm und Sand der Gewässer die endgültige Gestalt der Muschel erreicht, wie erst jüngster Zeit eingehend aufgeklärt wurde.



Der freie Teil eines Kiemenblättchens eines Fisches mit 3 Glochidien der Flußperlmuschel. Nach einem Präparat von W. Harms. Aus E. Korschelt, „Perlen" („Fortschr. der naturwiss. Forschung", Bd. VII, 1912). Stark vergrößert.

Es ist schwer zu sagen, welchen Zweck der Parasitismus der Larven, der unt den Acephalen, ja unter den Mollusken überhaupt, völlig vereinzelt dasteht, haben ma Vielleicht gibt die Tatsache, daß durch die Schmarotzer das Flossenskelett angegriffen u verstümmelt werden kann, einen Fingerzeig. Es scheint, daß hier der erste Kalk für d Schalenablagerung gewonnen oder daß, sozusagen, der Kalkdruck im Blute der ganz Muschel so weit gesteigert wird, um die geregelte Ablagerung einzuleiten. Es kommt ni selten vor, daß auch Amphibien von den Glochidien der Najaden befallen werden, Israel, der sich mit der Aufzucht der verschiedenen Gattungen beschäftigte, fand g legentlich eins an einem Schwimmkäfer (Dytiscus) sitzen. Daß letzteres sich nur veri hatte und nicht weiter entwickelte, wird niemanden überraschen. Aber Israel behaupt daß auch die an Molchen und Fröschen oder deren Kaulquappen sitzenden Larven sich ni zu entwickeln vermöchten. Fische sind die eigentlichen Wirte, und diese Abhängigkeit w besonders hübsch beleuchtet durch das umgekehrte Verhältnis, wo die Eier des Bitterli in die Muschelkieme gelangen und hier entwickelt werden, wie man in dem Bande, von den Fischen handelt, weiter nachlesen möge (Bd. III, S. 179).

Die Entwickelung der freien Muschel ist, wie gesagt, während der ersten Mon

außerordentlich schnell, als wenn das während der parasitischen Periode langsame Wachstum eingeholt werden sollte. Die Kiemenhöcker wachsen zur inneren Kieme aus, die äußere kommt dazu usw. Das Schälchen vergrößert sich rings am Rande zunächst nur als dünnes Periostrakumblättchen. Nachher verlangsamt sich das Wachstum. Man sieht noch deutliche Zuwachsstreifen und glaubte in den dunkleren Linien, die auf eine regelmäßige Unterbrechung deuten, Jahresringe zu erkennen. Aber es hat sich gezeigt, wie bei der Auster, daß deren in einem Jahre mehrere angelegt werden können, wenigstens bei den Teich- und Flußmuscheln. Weitere Angaben von Israel lauten:

„Am schnellsten von allen jungen Muscheln wachsen die Anodonten, von den Unionen Unio pictorum. Langsamer als dieser wächst Unio tumidus und am langsamsten Unio batavus. Also nur in den ersten Monaten ist das Wachstum so ganz außerordentlich schnell, kommt aber bald zu einer gewissen Verlangsamung. Es erfolgt sodann die Vergrößerung des Gehäuses je nach der Art mehr oder minder stetig, aber nie wieder so schnell als in den ersten Monaten. In drei bis fünf Jahren zirka sind die Tiere ziemlich erwachsen (Unio und Anodonta). Es folgt weiter nur noch ganz geringer Größenzuwachs, obgleich die Tiere noch lange leben können. Sehr viel älter wird die Margaritana, die nach meinen Beobachtungen, was ich früher für völlig unmöglich gehalten hatte, tatsächlich ein Alter von 80—100 Jahren erlangt. Ich habe öfter lebende Exemplare gefunden, die durch angebrachte Jahreszahlen deutlich bewiesen, daß sie dies Alter erreichen. Im Jahre 1911 fand ich z. B. im Görnitzbache bei Ölsnitz ein lebendes Exemplar, welches bei 1/3 der Schalenhöhe die Jahreszahl 1851 trug. Wenn ich annehme, daß das Exemplar, als es vom Perlfischer gezeichnet wurde, zirka 20 Jahre alt war, wenn ich ferner bedenke, daß das Tier 1911 erst 3/4 der normalen Größe erreicht hatte, so glaube ich der Wahrheit sehr nahe zu kommen, wenn ich als mittleres Lebensalter für die Perlenmuschel 80—100 Jahre angebe. Die Anodonten werden aber bestimmt nicht viel älter als fünf, die Unionen bestimmt nicht viel älter als acht, höchstens 10 Jahre. Das Größenwachstum schreitet nach meinen direkten Beobachtungen an mittelgroßen Bach-Unionen verhältnismäßig schnell fort; auch werden alljährlich mehrere Ringe an dem Gehäuse gebildet, so daß es ganz bestimmt falsch ist, bei ihnen die Zuwachsstreifen als Jahresringe anzusprechen. Bei Margaritana hingegen bedeutet jeder der deutlich hervortretenden Absätze ein volles Jahr.

„Als weiterer sicherer Beweis für das sehr hohe Alter der Margaritana margaritifera mag folgende Tatsache angeführt sein. In dem trockenen Jahre 1842 trocknete ein kleiner Perlbach im Vogtlande vollständig aus, so daß die gesamten Muscheltiere eingingen. Die Perlfischer haben die leeren Schalen gesammelt und wagenweise nach Adorf an die Perlmutterindustrie geliefert. Seit dieser Zeit ist dies Bächlein nie wieder ausgetrocknet, auch nicht in dem Jahre 1911. Nach der Rückkehr des Wassers beschickte man es mit Erfolg noch in demselben Jahre wieder mit einigen Dutzenden von alten Tieren, von denen die heutigen gesamten Muschelbestände dieses Bächleins abstammen. Aber alle Tiere desselben sind bis jetzt noch nicht einmal halb erwachsen, ausgewachsene finden sich in demselben nirgends. Die 1842 ausgesetzten mögen wohl in der langen Zwischenzeit abgestorben sein. Es ist dabei zu erwägen, daß im hohen Alter kaum noch ein nennenswerter Größenzuwachs erfolgt, denn die Hauptwachstumsperiode ruht auch bei der Perlenmuschel auf dem jugendlichen Alter."

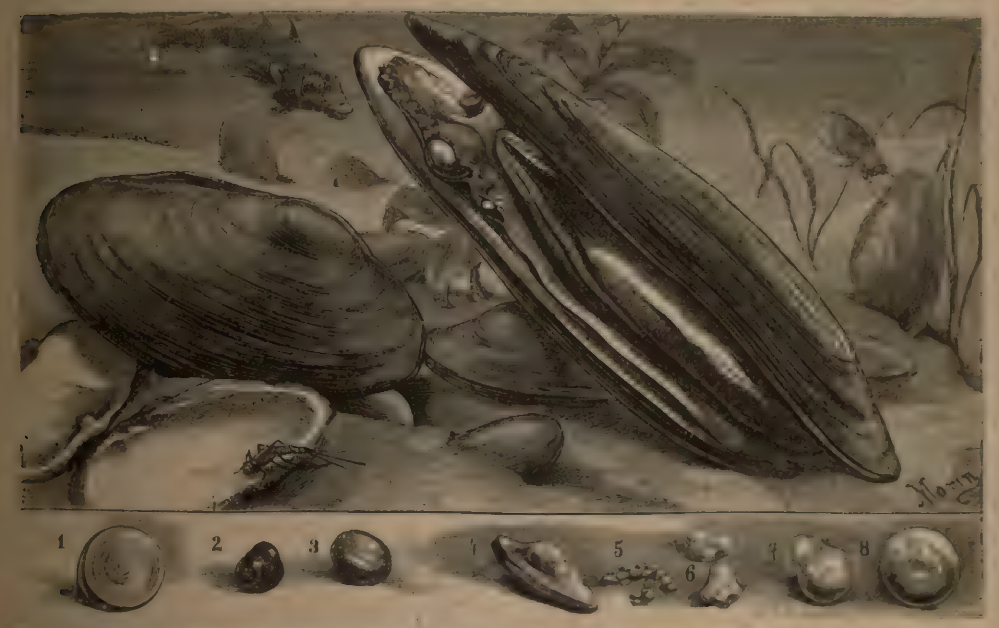
Wenden wir uns jetzt den einzelnen Gattungen und ihren Eigentümlichkeiten zu, so fällt zunächst die hohe Abänderungsfähigkeit der meisten Arten auf, ein Beispiel von Anpassungsfähigkeit und Variabilität, wie es im Tierreich nur selten wieder erreicht wird.

„Nicht bloß jeder Bach", sagt Roßmäßler, „Fluß, Teich zeigt seine eigentümlichen Formen von Unionen und Anodonten, sondern nicht selten findet die Erscheinung statt, daß mit der Veränderung des Flußbettes in Breite, Tiefe, Bodenbeschaffenheit und mit der größeren oder geringeren Geschwindigkeit des Laufes sich die Formen der Muscheln verändern. An großen Teichen oder Landseen hat die seichte, dem herrschenden Luftstrome gegenüberliegende Seite oft ganz andere Formen als die meist tiefere entgegengesetzte Seite. Wer seine Anodonten und Unionen nicht bloß in einzelnen ausgesuchten Exemplaren von Händlern bezieht, sondern selbst hundertweise an Ort und Stelle weit und breit sammelt und in reicher Auswahl von seinen auswärtigen Freunden unter genauer Angabe des Fundortes zugeschickt erhält, der wundert sich nicht sowohl darüber, wenn er die Arten in mehr oder weniger eigentümlich ausgeprägten Formen erhält, sondern darüber, wenn er dann und wann einmal ganz dieselben Formen erhält, die er schon anderswoher besitzt." Sodann weist er an einem bestimmten Beispiel, einer Flußmuschel mit ausgezogenem, plattem Hinterende, die er Unio platyrhynchus nennt, den genaueren Zusammenhang nach. „Der Wörther See bei Klagenfurt", heißt es, „hat den Unio platyrhynchus geschaffen, ob aus Unio pictorum (der gemeinen Malermuschel), läßt sich aus begreiflichen Gründen direkt freilich nicht nachweisen. Als man von dem See den (zur Stadt führenden) Lendkanal ableitete, füllte denselben das Wasser des Sees, und es mußte dieses dadurch nach und nach natürlich eine veränderte Beschaffenheit annehmen. Es steht, je entfernter von seinem Ursprunge aus dem See, desto ruhiger, da der Kanal blind, d. h. ohne Abfluß endigt. Der Kanal hat wohlunterhaltene, regelmäßig abgeböschte Ufer, eine Breite von beiläufig 8—10 Schritt und eine durchschnittliche Tiefe von etwa 3 Fuß. Bei der ersten Füllung des Kanales mit dem Wasser des Sees mußten natürlich einige Muscheln mit diesem in den Kanal gelangen, deren Nachkommen wir jetzt überall in demselben finden. Nun trifft man im Kanal, in welchem Unio pictorum in charakteristischer Form vorherrscht, keinen einzigen U. platyrhynchus, den Bewohner des Sees, und im See keinen einzigen U. pictorum. Sollte es also eine zu kühne Hypothese sein, anzunehmen, daß U. platyrhynchus, dem man seine große Verwandtschaft mit U. pictorum leicht ansieht, im Kanal wieder zur Form von U. pictorum zurückgekehrt sei, nachdem er den eigentümlichen Entwickelungsbedingnissen des Sees entrückt und in eine neue Sphäre versetzt war?"

Margaritana hat in Europa zwei Arten, M. sinuata *Sam.* und M. margaritifera *L*, dazu kommen in den Vereinigten Staaten noch zwei weitere. M. sinuata gehört Südeurop[a] an. Früher kam sie auch in Deutschland vor; man glaubte, daß ihre Schalen durch den Ve[r]kehr allein zu uns gekommen wären, aber sie gehören vielfach alten Flußbetten an. M. ma[r]garitifera, die Echte Flußperlmuschel, ist nordeuropäisch, greift aber von hier aus ring[s] um den Pol herum durch Nordamerika und Sibirien, ohne wesentliche Abänderungen.

„In Deutschland", sagt Israel, „beschränkt sich das Vorkommen (von einigen wenig[en] wichtigen oder künstlichen Verbreitungsbezirken abgesehen) hauptsächlich auf die aus de[m] Fichtel- und Elstergebirge und dem Bayerischen Walde abfließenden Gewässer. Zoogeographi[sch] ist die Perlenmuschel außerordentlich interessant und wichtig; sie ist als Überrest aus d[er] Eiszeit (glaziales (Relikt) anzusehen. Es ist eine Eigentümlichkeit dieses Tieres, daß es [zu] seinem Lebensunterhalte nur das reinste, kalkfreie Bachwasser bedarf und daher nur i[m] Urgebirge (Granit, Gneis usw.) oder im Kambrium, Silur, Kulm, Buntsandstein usw. (fa[lls] diese Sedimentgesteine nicht zu mergelig oder kalkhaltig sind) vorkommt. Trotz der Di[cke] der Schalen, die bekanntermaßen der großen Hauptsache nach aus kohlensaurem Ka[lk]

bestehen, meidet die Perlenmuschel kalkhaltige Gewässer ängstlich und stirbt, in Bäche des Muschelkalks oder Zechsteins usw. versetzt, in kürzester Frist. Der gesamte Kalk, den das Tier zum Aufbau seines zweiklappigen Gehäuses benötigt, stammt somit lediglich aus der Nahrung. Da aber die Perlenbäche nachgewiesenermaßen sehr arm an organischen Moderstoffen, ferner sehr arm an Diatomeen, Peridineen usw. usw. (der Nahrung der Perlenmuscheln) sind, anderseits die Schalendicke aber eine ganz bedeutende ist, so erhellt schon hieraus, daß viele, viele Jahre dazu gehören müssen, um ein solches dickschaliges Gehäuse bilden zu können. Die Dicke der Schalen beträgt an dem Vorderrande oft ein Zentimeter und mehr. Die etwas geöffneten Schalen, aus denen die papillösen Mantelränder (die als



Flußperlmuschel, *Margaritana margaritifera L.*; rechts ein halb geöffnetes Exemplar mit zwei Mantelperlen; hinten wandernde Teichmuscheln. Nach der Zusammenstellung in einem Aquarium. 1)—8) verschiedene Perlenformen.

Fühlorgane dienen) etwas hervorschauen, sind der Stromrichtung entgegengerichtet, um die als Nahrung dienende Schwebefauna und kleine Moderstoffe am besten auffangen zu können, zugleich mit dem Atemwasser."

Von anderen deutschen Gegenden sind etwa zu nennen das Quellgebiet des Mains, der Sinn, ein rechter Nebenfluß der Fränkischen Saale, mit seinen Zuflüssen, die Lohr, die aus dem Spessart kommt, vom Kinziggebiet die Bieber, die Orb, auf der linken Seite die Rudau; dazu Hunsrück, Eifel, das Hohe Venn; durch künstliche Besiedelung die Steinach bis Neckarsteinach im Odenwald, ferner Lausitz, Riesengebirge und Lüneburger Heide. Eine eigentümliche Erscheinung ist es, daß in den kalkarmen Perlbächen keine anderen Najaden zu finden sind, weder Unio crassus noch Bach-Anodonten.

„Wie im Bayerischen Walde", sagt Israel weiter, „so ist auch im sächsischen Elstergebirge (Vogtlande) die Perlmuschel seit Jahrhunderten Gegenstand sorgfältigster Pflege, doch ist gegenwärtig die Blütezeit der Perlfischerei vorüber. Immerhin ist es sehr mit Freuden zu begrüßen, daß die sächsische Krone die von den Ahnen überkommene Perlfischerei in der (Weißen) Elster und ihren Seitenbächen nicht aufgibt, obgleich sie natürlich nicht lohnt

und niemals gelohnt hat. Hierdurch sind die Tiere einigermaßen geschützt und gleichsam unter Denkmalschutz gestellt. Es ist ein schönes Familiengesetz, daß die sächsischen Königinnen nur Elsterperlen, also solche, die im Lande gewachsen sind, tragen sollen. Auch ist die gesamte Bevölkerung in diesem Gebiete so erzogen, daß tatsächlich nur äußerst selten Beschädigungen an den Muschelbänken durch Menschen vorkommen. Kurfürst Johann Georg I., hoch erfreut über die damalige Entdeckung, daß im vogtländischen Kreise in dem Elsterbache und seinen Seitenbächen gute Perlen vorkämen, überwies diese wichtige Sache einer Kommission. Nach dem sehr günstigen Urteile der damaligen Sachverständigen erhob er 1621 die Perlenfischerei zum Regale, wobei zugleich laut Dekret vom 8. August desselben Jahres der Bürger Moritz Schmirler zu Ölsnitz zum ersten Perlfischer bestellt wurde, mit dem Bedeuten, daß als Lohn der Treue und Gewissenhaftigkeit seine Nachkommen bei diesem Amte verbleiben sollten. Das ist denn auch bis auf diesen Tag in ununterbrochener Reihenfolge geschehen.

„Die Perlmuschel hat einen strengen, schwach aromatischen, an Angelikawurzel erinnernden, nicht gerade angenehmen Geruch, besonders während der Laichzeit, die im Elstergebiete Ende Juli bis Anfang August eintritt, doch trifft man auch früher hier und da vereinzelt ein trächtiges Exemplar."

Noch wollen wir hier einer Erscheinung gedenken, die bei der Perlmuschel den höchsten Grad erreicht, der Korrosion nämlich. Die Schalen werden zerfressen durch Kohlensäure, die den Kalk angreift und als Bikarbonat gelöst fortführt. Das fällt weg auf Kalkgestein, wo die Kohlensäure bereits gebunden ist. Die Schalen werden natürlich am stärksten zerfressen an den ältesten Teilen, d. h. am Wirbel. „Bei den Donaumuscheln ist die Erscheinung der Korrosion selbst in den Quellbächen und frühesten Zuflüssen ganz unbekannt, desgleichen beim Neckar, dem unteren Main, dem Rhein, der Unterweser und Unterelbe usw., überhaupt bei dem ruhigeren Unterlaufe der Ströme, wo sich die Wasser aus dem verschiedenartigsten geologischen Untergrunde zusammenfinden. In diesen ist die Kohlensäure längst gebunden an Kalzium, Magnesium oder irgendein Alkali. In den Quellbächen dagegen, die häufig aus Urgestein, Kambrium, Silur, Devon, Kulm usw. ihren Ursprung nehmen, erscheinen die Muschelschalen fast immer enorm zerfressen (korrodiert), oft so, daß fast die ganze Schale bis auf die jüngsten Zuwachsschichten bis tief in die Perlmutterschicht hinein zerstört ist. Manche Bäche zeigen ein wechselndes Verhalten, sie sollen die Probe auf das Exempel machen. Kommt z. B. ein Bach aus kulmischen Schiefern und tritt auf seinem Laufe beispielsweise in ein größeres Zechsteingebiet ein, so kann man fast an der Korrosion der Schalentiere an den verschiedenen Stellen den geologischen Charakter des Untergrundes erraten, vorausgesetzt natürlich, daß nicht in den letzten Jahren ein Hochwasser die Formen auf weite Strecken vermengt hat. Oberhalb, also im Kulm, eine enorme Korrosion, beim Eintritt in den Zechstein wird sie geringer, und bei weiterem Verlaufe hört sie ganz auf. In Thüringen sind fast alle Muschelschalen sehr stark korrodiert, von den Ausnahmen, die durch den geologischen Untergrund bedingt sind, abgesehen."

„Die Unionen leben vorzugsweise in fließendem Wasser. Nur mehr ausnahmsweise wird man sie in kleineren Teichen finden, und wenn es vorkommt, so sind es fast ausnahmslos solche, die irgendeinem Bache als Durchfluß dienen, deren Abflüsse aber mit irgendeinem größeren fließenden Gewässer in Verbindung stehen. Durch Fische verschleppt kommen sie ab und zu Unio tumidus und Unio pictorum, sehr selten aber irgendeine batavoide Form (s. S. 551) in einen Teich" (Israel).

Hier lassen sich bei überreicher Abänderung im einzelnen doch verschiedene Hauptarten

kennzeichnen. Sie zerfallen in zwei Gruppen. Unio tumidus *Retz.*, die Aufgeschwollene Flußmuschel (s. Tafel „Weichtiere III", 6, bei S. 545), und U. pictorum *L.*, die Malermuschel, bilden die eine, mit länglicher oder spitz ausgezogener Schale und mit feinen Höckerchen auf den Wirbeln; jene erreicht ihre größte Vollendung bei uns in der Werra, die Malermuschel in der Donau. Von ihren mancherlei Abänderungen haben wir vorhin U. pictorum platyrhynchus *Roßm.* bereits als Seeform kennengelernt. Die andere Gruppe umfaßt dickschalige, gedrungene, verkürzte Muscheln mit konzentrisch gestreiften Wirbeln; man kann sie als U. batavus *Lam.* zusammenfassen und in drei Hauptgruppen



Große Schwanen-Entenmuschel, Anodonta cygnea *L.* Natürliche Größe.

teilen, jede wieder mit zahlreichen Lokalformen, nämlich: U. batavus crassus *Retz.* (s. Tafel „Weichtiere III", 7, bei S. 545), nordeuropäisch, bei uns charakteristisch für das Gebiet des diluvialen Urstroms, U. batavus *Lam.* im engeren Sinne, aus Westeuropa einschließlich des Rheingebietes, und U. batavus consentaneus *Zieg.*, aus der Schweiz, dem Donaugebiet und Oberböhmen (s. Tafel „Weichtiere III", 8, bei S. 545). Jede der drei Formen gliedert sich wieder in zahlreiche Lokalrassen.

Die Anodonten sind so veränderlich, daß Westerlund aus deutschen Gewässern 87, Servain allein aus dem Main zwischen Frankfurt und Hanau 26 „Arten" beschrieben hat. Doch bemerkt Israel mit Recht: „Clessin hat, gestützt auf direkte Beobachtungen bezüglich der Formumwandlung bei zunehmendem Alter oder Versetzung in andere Lebensbedingungen, bewiesen, daß sich die Anodonta cygnea nach den Wasser- und Untergrundverhältnissen so sehr richtet, daß sich aus irgendeiner Anodontenform alle nur denkbaren Formen entwickeln können." Der ganze Reichtum läßt sich auf zwei gute Arten verteilen, die meist größere Anodonta cygnea *L.* mit oft schön grün strahliger Schale und die kleinere A. complanata *Zieg.* (s. Tafel „Weichtiere III", 5, bei S. 544). Die Glochidien der ersteren haben den langen

Larvenbyssus, bei denen der zweiten fehlt er völlig. Auf die erstere bezieht sich die folgende Schilderung von Israel: „Die Größenverhältnisse der Anodonten sind bedeutenden Schwankungen ausgesetzt. Während die Teichformen in den Riesenexemplaren der Cellensis-Formen 20—22 cm Länge, 7—10 cm Breite und bei kiementrächtigen Weibchen zirka 6—8 cm Dicke erreichen, bleiben die Bachanodonten ganz bedeutend hinter diesen Größenangaben zurück. Die größte Muschel, die ich je gemessen und überhaupt je gesehen habe, stammt aus dem Teiche der Rotenhofsmühle bei Hummelshain in Sachsen-Altenburg. Länge 22,2 cm, Breite 9,6 cm, Dicke 8,2 cm. Die Schale mit dem lebenden Tier wog 649 g, die Schale allein 211 g. Die Bachformen stellen die Hunger- und Kümmerexemplare der Anodonta cygnea dar. Sie werden in den kleinen und kleinsten Bächen meist, selbst als kiementrächtige Exemplare, selten über 5—7 cm lang, während sie in den größeren Flüssen etwa die doppelte Größe der kleinen Bachformen, meist in etwas ponderoseren Stücken erlangen.

„Krähen und Dohlen stellen diesen Riesentieren sehr nach, wie man denn auch gelegentlich solche findet, die deutliche Spuren von Schnabelhieben, die später wieder durch anfänglich ganz dünne Perlmutterhäutchen geschlossen werden können, aufweisen. Man sieht dann meist auf der Innenseite dunkler erscheinende, große Blasen und Unebenheiten, da das dünne Perlmutter die in die Verletzungen eingetretenen Schlammteile durchschimmern läßt. Solche Tiere führen auch öfter kleine Perlgebilde in ihrem Körper."

Die erwähnte Veränderlichkeit der Anodonten kommt gelegentlich am einzelnen Stück zum Ausdruck, wenn die Tiere sich an einer Stelle so zusammendrängen, daß der Grund des Gewässers wie mit Muscheln gepflastert erscheint. Dann entstehen infolge gegenseitiger Raumbeengung bisweilen ganz unregelmäßige, verkürzte, unsymmetrische Formen und dergleichen. Buchner bildet verschiedene, höchst auffällige Beispiele ab, wovon wir einige auf der Tafel „Weichtiere III", 5, bei S. 544 bringen.

Und nun ein Wort über die wirtschaftliche Bedeutung der so überaus vielseitigen Najaden. „Der Nutzen, den diese harmlosen Fluß- und Teichbewohner stiften", schreibt Israel, „ist sehr gering, wenn man von der Perlmuschel und dem wissenschaftlichen Werte, den sie stiften, absieht. Daß sie in manchen Gegenden als Futter für Schweine und Hühner benutzt wurden und auch heute noch benutzt werden, wurde schon erwähnt. Auch wurde früher aus den Schalen gelegentlich Kalk gebrannt oder hier und da einmal ein Stück Weg mit ihnen beschottert. Wenn ab und zu einmal eine Küchenfee sich einige Schalen hält zum Auskratzen des Geschirres, so kann ihnen das auch wohl kaum als ein besonderer Nutzen angerechnet werden. Daher stammt der Volksname ‚Häfelekratzer'. Größer schon ist der Nutzen bei Naturvölkern, da sie dem Menschen als Nahrung dienen. So aßen in Nordamerika die Eingeborenen die Muscheltiere sehr gern, denn die Anhäufungen leerer Schalen an den Lagerplätzen der Indianer reden eine deutliche Sprache. Auch in Afrika werden die Spatha-Arten von den Negern, in China die Nodularien gern gegessen. Gewöhnlich entfernen sie aber den Fuß, da dieser zu zähe sein soll. Es ist auch allgemein bekannt, daß die Italiener heute noch Muscheltiere mit Vorliebe essen, wie sie auch bei den Römern in hohem Ansehen standen. Der einzige mir seither bekanntgewordene verbürgte Fall, daß auch heute noch in Deutschland Flußmuscheln gegessen werden, stammt aus Ottweiler, Kreis Trier. Dortselbst sammeln die Kinder in den Mühlgräben der Blies (Nebenfluß der Saar) den Unio batavus und Flußanodonten, die einzigen Najaden dieses Flusses, die sie dann korbweise für billiges Geld an die Liebhaber verkaufen. Die Weichteile werden durch Abkochen aus den Schalen entfernt, gewaschen,

nochmals gekocht und schließlich gesalzen in der Pfanne in Butter gebacken. Kiemen und Mantel werden nicht entfernt. Sie sollen ganz vorzüglich schmecken. Muscheltiere aus stehendem Wasser werden ihres anhaftenden schlammigen Geschmackes wegen nicht gegessen.

„Es kann hervorgehoben werden, daß in der Nähe der Dörfer, wo Gänse und Enten auf die seichten Bäche und Flüsse gehen, die Muscheltiere nicht recht aufkommen können, da diese die jungen Muscheln aus dem Schlamm herausholen und samt Schale fressen. Es ist auch ganz allgemein bekannt, daß bei kleinem Wasserstande Krähen und Dohlen sich Muscheln aus Teichen und Bächen holen, die Schalen aufhacken, um die Weichtiere zu verzehren. Einen Schaden haben diese harmlosen Tiere wohl noch nie gestiftet, es sei denn, daß gelegentlich einmal ein Fischchen an einer Überinfektion mit Muschelbrut zugrunde geht."

Der wissenschaftliche Wert ist schon vielfach angedeutet, er strahlt nach den verschiedensten Seiten aus. Hier verfolgen wir nur noch ein wenig die Beziehungen der wechselvollen Gestalten zur Umwelt, zunächst innerhalb eines begrenzten Gebietes.

„Man kann fast jeden Fluß", sagt Israel, „in drei Strecken einteilen. Bis zu einem gewissen Punkte enthält jeder Oberlauf eines Flusses eine Bachfauna, die sich von der der Seitenbäche nicht sonderlich unterscheidet. Dann folgt eine Strecke, die man als mit einer Flußfauna bevölkert ansehen muß. Hier sind es besonders die schon größer werdenden Flußformen der Anodonta cygnea und Unio pictorum. Voraussetzung ist es für das Auftreten der letzteren Art jedoch stets, daß sich der schnelle Oberlauf gemildert hat, daß das grobe Geröll zurücktritt, und daß ruhigere Flußstrecken mit natürlichen Schlammansammlungen (natürlich nicht etwa Fabrikschlamm) vorkommen. Die Anodonta cygnea freilich geht ebenso hoch hinauf in die Quellbäche wie Unio batavus, verkümmert hier aber zu ganz kleinen Formen, den sogenannten Anatinaformen der Bäche. Aber, wie gesagt, stets habe ich bei Flüssen, wo ich das erste Auftreten von Unio pictorum feststellen konnte, auch gefunden, daß die Anodonten schon bedeutendere Dimensionen von 12—14 cm Länge und eine mehr gleichbleibende Gestaltung annahmen, die man als die Flußformen der Anodonta cygnea oder als die Piscinalis-Formen bezeichnet. Den ruhigen Unterlauf bevölkert dann die Stromfauna die sich zunächst wohl hauptsächlich dadurch auszeichnet, daß alle Arten des betreffenden Flußgebietes nebeneinander vorkommen ... Aufgefallen ist mir bei meinen vielen Sammelexkursionen, daß die Bäche, die aus Buntsandstein kommen, gewöhnlich keine Muscheltiere beherbergen. Nur die Perlmuschel kann in solchen Bächen vorkommen."

Zeigen schon diese Einzelheiten die Bedeutung der Najaden für die Beurteilung der Geschichte einer Gegend, die zu einem Flußgebiet gehört, so steigert sich dieser Wert auf das Vielfache, wenn wir die Geschichte der Flußläufe und ihrer Wandlungen rückwärts verfolgen wollen bis in die früheren Zeiten des Alluviums und Diluviums. Hier ist neben den Aufschlüssen, die von der Geologie geliefert werden, die Verteilung der Organismen das wichtigste Argument, und unter diesen gibt es wiederum keine besseren Anzeichen als die Flußmuscheln, in erster Linie die Gattung Unio. Es ist das hohe Verdienst des erst während des Krieges verstorbenen Altmeisters unter den deutschen Weichtierforschern, Kobelt, darauf hingewiesen, den Beweis an einzelnen Beispielen klar durchgeführt, dadurch das allgemeine Interesse wachgerufen und die für die Bewältigung der großen Aufgabe nötigen Hilfskräfte gewonnen zu haben. Haas ist als erster zu nennen, der den Faden aufnahm, und Israels Arbeit, die wir ja reichlich benutzt haben, ist aus denselben Bestrebungen erwachsen.

Kobelt nahm zunächst genauer den „Vater Rhein" vor, der in seiner heutigen Gestalt weder ein sehr alter, noch aber viel weniger einer der ältesten deutschen oder europäischen

Ströme ist, sondern im Gegenteil ein sehr junger. Er ist erst in neuerer Zeit aus vier ga verschiedenen, voneinander unabhängigen Flußsystemen entstanden. Wir wollen wenigste ein paar naheliegende Punkte herausheben. Die romantischen Gegenden des Rheinfal von Schaffhausen und Lauffen und der Enge von Bingen sind die jüngsten Durchbrüche, denen der Strom noch arbeitet. Das Gebiet oberhalb des Falles mit der Aare war anfan durch die Jurakette vom Rhein abgetrennt, die Wasser, die nach der Eiszeit der Nordseite d Alpen entstammten, flossen eine Zeitlang durch die Donau, deren Gebiet damals bis zu Boden-, ja bis zum Genfer See reichte, ins Pannonische Meer. Die Oberrheinebene zw schen Schwarzwald und Vogesen bildete einen Teil des Mainzer Beckens, das zeitweilig na Nordosten mit der Nordsee, zeitweilig nach Südwesten mit dem Mittelmeer in Verbindu stand; es nahm den Main auf als einen der ältesten deutschen Flüsse. Ganz unabhängig u ebenfalls uralt war die Mosel, die erst nach dem späten Durchbruch bei Bingen zum Unt lauf des Rheines wurde. Kobelt erbrachte nun den bestimmten Nachweis, daß die ba voiden Formen der Schweizer Gewässer zu dem Kreise des Unio batavus consentane des Donaugebietes gehören, und daß — als negatives Gegenstück — Unio tumidus in d jetzt getrennten Flußsystemen fehlt, in der Donau wenigstens bis Preßburg. Haas nahm anderen Abschnitte vor. Für die Strecke zwischen Schaffhausen und Bingen stellte er e wandfrei fest, daß ihre Flußmuscheln mit denen der Schweizer Gewässer nichts zu t haben. Hier lebt Unio batavus in typischen, von Unio consentaneus der Donau wesent abweichenden Formen; hier haust Unio tumidus, der dem ganzen anderen Gebiete vö fremd ist. Die gänzliche Abwesenheit jeder Consentaneus-Form ist ein bestimmer Fing zeig auf den späten Zusammenschluß des schweizerischen und badischen Rheingebie Entsprechend steht es mit dem Unterlauf: der Niederrhein von Koblenz ab enthält die weichende Moselfauna.

Eine ganz ähnliche Gliederung hat Israel durch die Untersuchung der Flußmusc für die Elbe erwiesen, die böhmische, die Mulde-Saale-Elbe und die Havel-Elbe haben g verschiedene Faunen. Die Formen des Unio consentaneus und der Anodonta complar sind für die Moldau ebenso bezeichnend wie für die Donau und unterscheiden sich fast durch ihre Korrosion. Die Mulde-Saale-Elbe ging mindestens zeitweilig nach der W die Verbindung von Havel und Spree schloß das obere Odergebiet mit ein. Eine An entsprechender Beziehungen sind bereits in der Übersicht über die einzelnen Arten angede

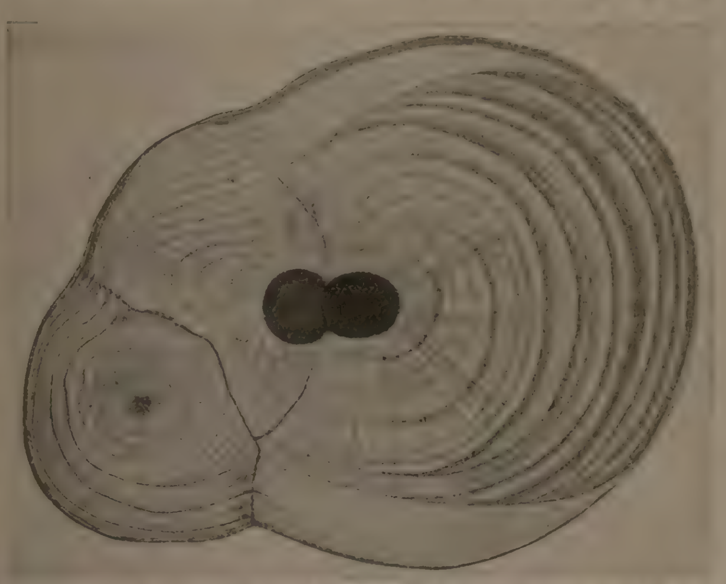
Ganz neuerdings haben Haas und Schwarz das Gebiet zwischen Main und deut Donau studiert und sind wieder zu ganz bestimmten Schlüssen gekommen, von denen nur zwei herausheben:

„Das Neckargebiet zerfällt nach seiner Fauna in drei Abschnitte: Oberlauf mit U cytherea cytherea (dieser Küstersche Name entspricht dem U. consentaneus *Zieg.*), Mi lauf mit Unio batavus pseudoconsentaneus *Geyer*, Unterlauf mit Unio batavus hassiae *E* Der Oberlauf und wahrscheinlich auch der von Kocher und Jagst ist demnach als ehema Donauzufluß aufzufassen, der Mittellauf mit Kocher, Jagst und Aich weist auf die Ta hin, deren alten Oberlauf er wohl darstellt, der Unterlauf ist als ein durch jungen Ein entstandener Abfluß zum Rhein zu betrachten.

„Das Regnitzgebiet zerfällt seiner Fauna nach in zwei Abschnitte: ein südliche Unio cytherea cytherea (bis zur und einschließlich der Aich) und ein nördliches mit batavus kobeltianus *Haas*. Dadurch ergibt sich die ehemalige Zugehörigkeit des südl Abschnittes zum Donaugebiet."

Die Naturgeschichte unserer Flußmuscheln ist fürwahr ein fesselndes Kapitel. Noch fehlt ja ihr geschätztestes Erzeugnis, die Perle, die wir gleich im Zusammenhange mit den marinen, den ins Meer gefallenen Engeltränen der Dichter, behandeln wollen.

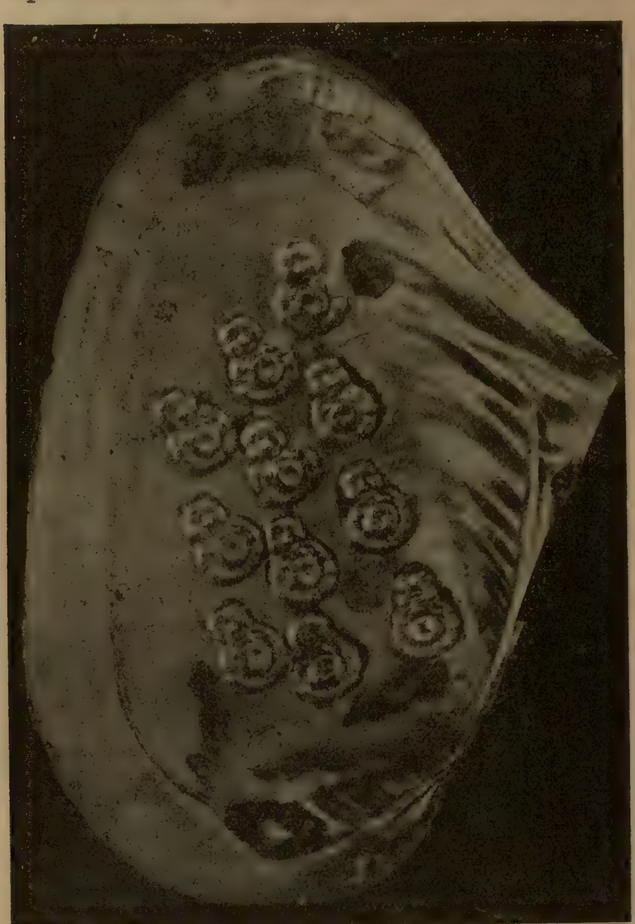
Die **Perlen** sind am köstlichsten bei den Süßwassermuscheln, mindestens wetteifernd mit denen der marinen Meleagrina s. Margaritifera (s. S. 539). Doch finden sie sich, wenn wir Korschelt folgen, auch bei vielen anderen Muscheln, Ostrea, Placuna und Anomia, Pecten und Spondylus, Venus und Cytherea, Mytilus, Modiola, Arca, Pectunculus, Tridacna und Hippopus, der zu den Gien- oder Riesenmuscheln gehörigen Pferdehufmuschel, Pinna, aber auch bei Schnecken, Strombus gigas, Murex, Trochus, Turbo, Haliotis, Fissurella, Patella, ja selbst gelegentlich in Schnirkelschnecken, unter den Kopffüßern bei Nautilus. Mancher ist wohl beim Austernessen auf eine wertvolle Perle gestoßen. Kalifornische und japanische Haliotis erzeugen, ihrem lebhaft perlmutterigen Periostrakum entsprechend, schöne Perlen von mehr als einen Zentimeter Durchmesser. Die Perlen der Tridacna sehen aus wie Alabaster, die von Strombus gigas rosa oder lila wie die Innenseite der Schale, die unbedeutenden von der Steckmuschel rötlich oder dunkler.



Schliff einer Perle mit 2—3fachem Kern; um diesen die Prismen-, außen die Perlmutterschichten. Vergrößerung 16:1. Aus E. Korschelt, „Perlen" („Fortschritte der naturwissensch. Forschung", Bd. VII, 1912).

Jede Perle ist konzentrisch geschichtet um einen Kern oder durch Verwachsung und Verschmelzung um deren mehrere, wodurch die verschiedensten Formen entstehen von der Kugel bis zu den langgestreckten Hundszahnperlen. Die konzentrischen Lagen können aus allen möglichen Kombinationen der vier Schalenschichten bestehen (Rubbel). Dunklere Perlen bauen sich vielfach nur aus Periostrakumsubstanz auf. Besonders wertvoll sind jene, die mindestens in den äußeren Lagen reines Perlmutt und dessen Interferenzerscheinungen zeigen. Die dichte Zusammenfügung der verschiedenen Substanzen gibt eine Festigkeit, daß ein derber Hammerschlag zum Zertrümmern der auf eiserner Platte liegenden Perle nötig ist, und eine Härte, die über die erwartete des Kalkspats (Härte 3 der üblichen Stufenleiter) hinausgehen kann bis zu der des Flußspats (Härte 4). Ebenso schwankt das spezifische Gewicht von 1,54 bei schlechten marinen bis zu 2,724 bei feinsten Süßwasserperlen, was nur ganz wenig hinter dem des kristallisierten Kalziumkarbonats, Kalzit oder Aragonit, zurückbleibt. Löst man sie in verdünnter Salzsäure, so bleibt doch die Form in der organischen Grundlage erhalten, indem nur der Kalk schwindet. Kleopatra hätte selbst bei einem starken Säuerling wohl ihre kostbare Perle erst pulverisieren müssen, ehe sie sie in Wein auf Antonius' Wohl trinken konnte.

Woher stammt nun der Kern, um den die Perle sich lagert? Das lehren zunächst die mancherlei Versuche, die man gemacht hat, um Perlen zu erzeugen, sei es, daß man die Schale der Muschel anbohrte und durch das nachher wieder verschlossene Loch einen Fremdkörper, etwa ein Schalenkörnchen, einführte bis zum Mantel, sei es, daß man den Fremdkörper vom Rande her zwischen Mantel und Schale schiebt, wie es längst die Ostasiaten bei Dipsas *Leach*, einer großen Najade, tun. Am bekanntesten sind hier die metallenen Buddhabildchen (s. die Abbildung) geworden. Alle diese Dinge werden vom Mantel mit Perlmutter überzogen, allerdings so, daß sie dann fest an der Schale haften, wie die Muscheln auch ohne den Eingriff angewachsene Perlen erzeugen (Schalenperlen). Ist zufällig ein Fischchen, ein Wurm, eine Schnecke unter den Mantelrand geraten und durch den Schluß der Schalen festgehalten und getötet worden, dann werden sie genau so unter Perlmutter begraben. Für die freie Perle (Mantelperle) ist es mithin notwendig, daß der Fremdkörper ringsum von Mantelepithel eingehüllt wird. Daher hat man schon in den fünfziger Jahren des vorigen Jahrhunderts an Schmarotzer gedacht; de Filippi an Zerkarien oder Jugendformen von Saugwürmern, Küchenmeister an Wassermilben, Kelaart an Nematoden, angesichts der Tatsache, daß die Schnecken und Muscheln für sehr viele Saugwürmer in deren Entwickelung als Zwischenwirte dienen, daß ebenso kleine Rundwürmer nach Art der Trichine in ihnen häufig sind, z. B. in unserer gemeinen Wegschnecke, und daß unsere Najaden vielfach von einer Wassermilbe, Atax, besucht werden. Aber gleichzeitig kam schon v. Heßling, der bekannte Monograph unserer Margaritana, auf den Gedanken an andere Fremdkörper. Für diese ist jetzt durch Hein und Rubbel unter Korschelts Führung der Beweis geliefert. Aber die Fremdkörper sind nur bedingt solche, denn sie entstammen der Muschel selbst als mikroskopische, gelbe Partikel, die, im Mantel erzeugt, nach dessen Oberfläche wandern und bei der Bildung des Periostrakums mitzuwirken bestimmt sind. Somit wäre die Perlerzeugung also an die Süßwassermuschel selbst gebunden. Ähnliches wird auch von marinen Muscheln



Schale von Dipsas plicatus *Leach*, einer ostasiatischen Najade, mit eingewachsenen Buddhabildern. Nach E. Korschelt, „Perlen" („Fortschritte der naturwissensch. Forschung", Bd. VII, 1912).

gemeldet, bei denen indes die vielfachen Untersuchungen von Raphael, Dubois, Herdman und Hornell, Jameson und Seurat teils an europäischen (Mytilus, Tapes und andere), teils an tropischen Perlmuscheln in Ceylon und Ozeanien auch allerlei Parasiten als Ursache der Perlbildung aufdeckten. Und zwar kommen außer den Jugendzuständen von Saugwürmern auch kleine Bandwurmfinnen in Frage. Wir wollen uns auf die Namen nicht einlassen, zumal von keiner solchen Larve der volle Entwickelungskreis einwandfrei nachgewiesen ist. Ausschlaggebend ist, daß die Geschlechtsreife der Schmarotzer in einem Wirbeltierdarm erreicht wird, vom Bandwurm der Meleagrina in einem Rochen, dessen zermalmendem Gebiß selbst die dicken Schalen der erwachsenen Muscheln nicht widerstehen können, vom Saugwurm der Miesmuschel in Tauchenten, besonders der Eider- und der Trauerente, Somateria und Oedemia. Somit wäre die Mytilusperle nach Dubois der glänzende Sarkophag eines Wurmes, wenn die Wege nicht noch verschlungener liefen. Der Saugwurm kann nämlich im nächsten Sommer auferstehen, indem seine Zyste, die Perle, gallertiger Erweichung anheimfällt. Erst von den Saugwürmern, die in ihrer Zyste den Angriffen einzelliger Sporozoen erliegen, würde die Perle Dauer haben, es wäre denn, daß schon etwaige Stoffwechselreste, die ein überlebender Wurm beim Verlassen der Zyste zurückließe, zur Auslösung eines neuen Perlenbildungsvorganges ausreichten. Wie man sieht, stehen hier viele Möglichkeiten offen, die der Forschung noch Mühe genug kosten werden. Immer aber wird der Kern der Perle, sei es ein belebter oder ein unbelebter Fremdkörper, rings von Mantelepithel, von einem Perlsack umhüllt sein müssen, der entsteht, indem der Fremdkörper aus dem Inneren heraus durch den Mantel hindurch an dessen Oberfläche unter die Schale gerät. Bei der Raumbeschränkung bildet der Mantel eine Vertiefung, in welcher der Fremdkörper liegt, und durch Zusammenschluß der Grubenränder entsteht der Perlsack, ganz ähnlich, wie wir es etwa bei der Entstehung des Schneckenauges aus dem offenen Becher verfolgten (S. 417). In der Tat sind auch die Perlen keineswegs auf den Mantel beschränkt, sondern kommen ausnahmsweise in verschiedenen Körperteilen vor, so gut wie das Gefüge der Perle keineswegs vereinzelt steht, sondern in Gehörsteinen der verschiedensten Tiere, in pathologischen Gallensteinen und dergleichen seine Parallele findet. Die bekannten Gehörsteine der Fische können wohl auch für die mannigfach unregelmäßigen Formen der Perlen zum Vergleich herangezogen werden. Übrigens kann auch eine fertige, freie Perle nachträglich gegen die Schale gedrückt und mit dieser verlötet werden.

Der Perlenertrag ist natürlich sehr verschieden und nach Zahl und Schönheit vom Zufall abhängig. Man weiß ja, daß bei unserer Süßwassermuschel wohl erst die hundertste Muschel eine Perle enthält, und daß längst nicht jede eine vorzügliche ist. Unsere vogtländischen Perlenfischer wissen die Muscheln so weit zu öffnen, daß sie An- oder Abwesenheit von Perlen erkennen, ohne das Leben zu gefährden, so daß die perlenlosen Stücke wieder in den Bach zurückgeworfen werden können. Bei Meleagrina kann man aus der Größe schon einen Schluß ziehen; man glaubt, daß die Perlenbildung erst mit dem dritten Jahre einsetzt und dann immer sich steigert bis zum Tode, d. h. vermutlich bis zu 7 Jahren. Neuerdings hat man auch hier schon eingegriffen mit Hilfe der Radiographie: Beleuchtung mit Röntgenstrahlen läßt die Perlen bereits von außen erkennen. Verloren sind übrigens auch leere Schalen nicht. Seit die Familie Schmirler in Adorf begann, daraus Andenken und dergleichen herzustellen, hat sich daselbst eine großartige Perlmutterindustrie entwickelt, so gut wie am Ohio, wo dicke Unioschalen fabrikmäßig verarbeitet werden. Übrigens wußten auch die Indianer die Perlen zu schätzen, man findet sie zum Teil massenhaft als Beigaben

in den Gräbern. Schade, daß diese Juwelen wertlos geworden sind, denn die Perle verliert mit der Zeit ihre Schönheit und wird unscheinbar.

Nehmen wir den Faden der Systematik wieder auf, dann können wir den Najaden die eigentümliche Familie der tropischen, meist äthiopischen, Ätheriiden oder Flußaustern zunächst anreihen; sie wachsen fest wie die Austern, sind aber typische Dimyarier. Die zahlreichen Stromschnellen Afrikas sind ihre eigentliche Heimat. Da zeigen sie eine erstaunliche Anpassungsfähigkeit. Aus den Kongofällen konnten wir zwei äußerlich ganz verschiedene Formen beschreiben, je nachdem sie auf flachliegendem Steine saßen oder an senkrechter Felsenwand. Die ersteren hatten die Form einer Auster, bei der jedoch die obere freie Schale mit langen Röhrenstacheln besetzt war, wie bei einer Klappmuschel (S. 536). Bei den letzteren saß die angewachsene größere, vertiefte Schale in der Gestalt eines Schwalbennestes am Felsen, und die freie Schale bildete einen flachen, glatten Deckel dazu.

Die artenreichen Tell- und Venusmuscheln sind im wesentlichen Sand- und Schlammbewohner des Litorals, wo man die langen Siphonen aus dem Boden herausragen sieht; bei uns sind die ersteren durch die Tell-, Sumpf- und Pfeffermuscheln, Tellina *L.*, Donax *L.* und Scrobicularia *Schum.* vertreten. Sie entbehren des Byssus. Dagegen kommt ihnen die Fähigkeit zu, die wir demnächst bei den Herzmuscheln besonders ausgeprägt wiederfinden werden, mit dem gekrümmten Fußende sich gegen den Boden anzustemmen und durch plötzliche Schwellung des Organs rückwärts fortzuschnellen. Die Tellinen oder Tellmuscheln führen in dieser Weise förmliche Wanderungen aus. Im übrigen wird der Fuß, wie gewöhnlich, als Bohrstempel zum Eingraben in den Untergrund benutzt. Die Venusmuscheln, Venus *L.* und Cytherea *Lam.*, in mehreren hundert Arten, darunter viele eßbare, sind oder waren besonders von Sammlern geschätzt wegen ihren hübschen Zeichnungen und Stachelbesätze, die manche merkwürdige Deutung erfahren haben. Die japanische Braut schickt wohl jetzt noch am Morgen des Hochzeitstages ein Gericht Venusmuscheln in des Bräutigams Haus. Von der nahe verwandten Gattung Petricola *Lam.* hat die P. pholadiformis *Lam.* deshalb ein gewisses Aufsehen erregt, weil sie, der Ostküste Nordamerikas entstammend, etwa seit Beginn unseres Jahrhunderts in der englischen und deutschen Nordsee aufgetreten ist und sich beträchtlich vermehrt hat. Leider wissen wir von dem Lebenslauf der meisten Seemuscheln nicht mehr, als was wir beim Fange beobachten, und so können wir nicht entscheiden, ob das Tier bei uns immer ansässig, aber selten war und sich bloß durch irgendwelchen Einfluß stärker vermehrt und verdichtet hat, oder ob die Veligerlarve besonders ausdauernd ist und sich durch den Golfstrom verschleppen ließ, oder ob irgendein anderes Verfrachtungsmittel in Wirksamkeit trat. Es mag hier eingefügt werden, daß aus den wärmeren Meeresteilen eine kleine eupelagische Muschel mit bräunlicher Schale von den neueren Expeditionen erbeutet wurde, die wir Planktomya *Simr.* genannt haben, leider ohne über ihren Alterszustand oder ihre systematische Stellung näheren Aufschluß gewinnen zu können.

Die Familie der Steinbohrer hat in unseren Meeren eine Reihe von Vertretern; am häufigsten ist Saxicava rugosa *L.* Alle Saxicaven haben den Mantel vorn so weit gespalten, daß der kleine, kegelförmige und mit einem Byssus versehene Fuß bequem hindurch gelangen kann. Das Gehäuse ist nicht selten und namentlich bei unserer Saxicava rugosa etwas unregelmäßig, eigentlich gleichschalig, ungleichseitig, vorn und am Bauchrand etwas klaffend, länglich eiförmig, mit einer sehr dünnen, aber auffallenden Oberhaut

überzogen. Es sind meist kleine, 1—2½ cm lange Tiere, die teils in Steinen in selbstgebohrten Löchern, teils auch bloß eingeklemmt in Spalten und zwischen Seepocken oder auch zwischen den Wurzeln verschiedener Tange und Algen leben. Sie bohren nämlich gleich den Pholaden (S. 566) nur in den weicheren Gesteinen und behelfen sich, wo sie diese nicht finden, wie z. B. überall an der dalmatinischen Küste, mit bloßen Schlupfwinkeln oder schon vorhandenen, zum Teil mit Schlamm ausgefüllten Höhlen. Gosse gibt jedoch ausdrücklich an, daß an der englischen Küste lange Strecken eines Kalkgesteines, das härter sei als das von den Pholaden zerfressene, durch tausend und aber tausend Saxikaven durchlöchert seien. Nach den gefärbten Enden der Siphonen, die etwas über den Stein herausragen und bei der Berührung einen Wasserstrahl ausspritzen, um schnell zu verschwinden, werden sie von den Fischern „Rotnasen" genannt. Wenn ihre Bohrgänge aufeinandertreffen, so durchschneiden auch die Tiere einander. Herausgenommen aus den Höhlen, leben sie ziemlich lange im Aquarium. Manche aus der genannten Gruppe haben die Fähigkeit zu springen, die wir gleich bei der nächsten Familie näher kennenlernen.

Die Cardiiden oder Herzmuscheln umfassen unter den lebenden Muscheln fast nur die allerdings sehr artenreiche und von den Konchyliologen wieder in mehrere Unterabteilungen gebrachte Gattung Herzmuschel (Cardium *L.*), so genannt, weil das Gehäuse von hinten oder vorn herzförmig aussieht. Es hat hervorragende, eingerollte Wirbel, von denen aus strahlenartig Rippen nach dem Rande sich erstrecken. Das Tier hat den Mantel vorn bis über die Hälfte der Länge gespalten. Hinten ist er mit zahlreichen langen Tastern besetzt und läuft in zwei kurze, ebenfalls mit Tastern besetzte Röhren aus. Der Fuß ist sehr groß, rund und zu einem Knie gebogen (s. Abb., S. 560). Eine Schilderung einer englischen Küstenstrecke mit ihren Herzmuscheln gibt Gosse: „Eine breite, der See gut ausgesetzte Sandfläche ist für den Naturforscher kein ungünstiger Jagdgrund, so leer sie scheint und so sprichwörtlich ihre Unfruchtbarkeit, — leer wie der Sand an der Seeküste. Dann besonders kann man auf Beute rechnen, wenn, wie es oft der Fall ist, die weite Fläche gelben Sandes von einer oder mehreren Stellen rauher Felsen unterbrochen wird. Der Goodrington-Sand in der Bai von Torquay (Südküste von Devonshire) erfüllt gerade diese Bedingungen; und dahin wollen wir unsere Schritte lenken.

„Zur Linken befindet sich der vorgestreckte steile Abfall von rotem, horizontal geschichtetem Sandstein, bekannt unter dem Namen ‚Roundham Head'; jenseits desselben sehen wir ‚Hope's Nose' und die beiden sie bewachenden Inselchen. Auf der anderen Seite erstreckt sich der lange, mit ‚Berry Head' endigende Landwall ebensoweit vor, und wir befinden uns am Rande der tiefen Bucht ungefähr gleich weit von beiden Landspitzen. Unmittelbar vor der Mündung des grünen Heckenganges, der in einiger Entfernung vom Strande beginnt und sich bis zur See erstreckt, liegt eine niedrige, schwarze Felsmasse, besetzt mit Meereicheln (Balanus). Sie ist sehr zerrissen, und enge, gewundene mit Sand bedeckte Gänge durchschneiden sie in allen Richtungen, und überall sind in den Höhlungen seichte, ruhige Wassertümpel zurückgeblieben. Das sind kleine, niedliche Seegärten, diese Tümpel. Hellgrüne Blätter von Ulva schwimmen im Wasser; Knorpeltangbüschel erglänzen in stahlblauem, edelsteinähnlichem Widerschein; lange und breite Blätter des gesättigt dunkelroten Tanges geben einen schönen Kontrast zum grünen Seelattich; und alle zusammen geben Tausenden von wachsamen, unruhigen, vergnügten Lebewesen ein geräumiges Obdach. Man hat schwer Gehen; der Boden ist sehr uneben, und der Widerschein der Sonne auf dem Wasser

erschwert einem zu sehen, wohin man treten soll, während das Kommen und Gehen der kleinen Wellen auf dem Sande dazwischen dem verwirrten Gehirne den Eindruck macht, als ob unter dem Fuße alles in Bewegung sei.

„Was für ein Ding liegt dort auf jener Sandstrecke, worüber das seichte Wasser rieselt, indem es den Sand darum fortspült und jenes eben trocken setzt? Es sieht wie ein Stein aus; aber ein schöner scharlachroter Anhang ist daran, der in diesem Augenblicke wieder verschwunden ist. Wir wollen den Moment abwarten, wo die Welle zurückgeht, und dann hinlaufen. Es ist ein schönes Exemplar der großen Dornigen oder Stachligen Herzmuschel (Cardium rusticum oder echinatum *L.*), wegen welcher alle diese sandigen Küstenstrecken, welche die große Bucht von Torquay einfassen, berühmt sind. In der Tat ist die Art kaum anderswo bekannt, so daß sie in den Büchern oft als die Paington-Herzmuschel bezeichnet wird. Mit gehöriger Kochkunst zubereitet, ist sie ein wahrer Leckerbissen. Die Umwohner von Paington kennen die ‚Rotnasen', wie sie diese großen Herzmuscheln nennen, sehr wohl und suchen sie zur Zeit der tiefen Ebbe, wenn man sie im Sande liegen sieht, sobald sie mit den gefransten Röhren gerade an der Oberfläche erscheinen. Sie sammeln dieselben in Körbe, und nachdem man sie einige Stunden im kalten Quellwasser gereinigt hat, brät man sie in einem Teige aus Brotkrume. So berichtet ein alter Kenner der Muscheln und ihrer Tiere aus dem vorigen (18.) Jahrhundert. Nun, die Tiere haben ihre Gewohnheiten und Standorte nicht verändert; noch heute finden sie sich auf denselben Plätzen wie vor 100 Jahren. Auch ihren Ruf haben sie nicht eingebüßt; im Gegenteil sind sie in die Gunst mehr verfeinerter Gaumen aufgestiegen, indem die Landleute die wohlschmeckenden Muscheln für die vornehme Welt von Torquay sammeln, sich selbst aber mit der geringeren und kleineren Eßbaren Herzmuschel (Cardium edule *L.*) begnügen, welche die Schlammbänke vor den Flußmündungen dem Sandstrande vorzieht, jedoch auch hier nicht selten ist. Diese letztere, obgleich der großen, dornigen Art im Geschmacke sehr nachstehend, bildet doch einen viel wichtigeren Artikel unter den menschlichen Nahrungsmitteln, weil sie viel allgemeiner vorkommt, in ungeheuerer Menge, und leicht einzusammeln ist. Wo immer die Ebbe eine Schlammstrecke entblößt, kann man sicher sein, die gemeine Herzmuschel zu finden, kann man Hunderte von Männern, Weibern und Kindern über die stinkende Fläche treten sehen, wie sie sich bücken und die Muscheln zu Tausenden auflesen, um sie entweder zu sieden und selbst zu essen, oder auf den Gassen und Wegen der benachbarten Städte zu geringem Preise auszubieten.



Stachlige Herzmuschel, Cardium echinatum *L.* Natürliche Größe.

„Den größten Überfluß an ihnen haben jedoch die Nordwestküsten von Schottland.

Dort bilden sie nicht einen Luxusgegenstand, sondern eine Lebensnotwendigkeit für die arme, halbbarbarische Bevölkerung. Die Bewohner dieser felsigen Gegenden stehen in dem nicht beneidenswerten Rufe, für gewöhnlich von diesem geringen Nahrungsmittel abhängig zu sein. Wo sich der Fluß bei Tongue in die See ergießt, sagt Mac Culloch, ist die Ebbe beträchtlich, und die langen Sandbänke enthalten einen ganz beispiellosen Überfluß an Herzmuscheln. Jetzt gerade, in einem teuren Jahre, bietet sich täglich beim Niederwasser ein eigentümliches Schauspiel, indem sich Männer, Weiber und Kinder dort drängen und so lange, als die Ebbe es erlaubt, nach diesen Muscheln suchen. Auch konnte man nicht selten 30—40 Pferde aus der Umgegend sehen, um ganze Ladungen davon viele Meilen weit zu verfahren. Ohne diese Hilfe hätten, es ist nicht zu viel gesagt, viele Menschen Hungers sterben müssen. — Auch die hebridischen Inseln Barra und Nord-Uist besitzen ungeheure Hilfsquellen dieser Art. Man kann die Anhäufung solcher Muschelbänke, sagt Wilson, nicht leicht berechnen, aber zu erwähnen ist, daß während einer ganzen, eine gute Reihe von Jahren dauernden Periode von Not alle Familien von Barra (damals gegen 200) um ihrer Ernährung willen zu den großen Küstensandbänken am Nordende der Insel ihre Zuflucht nahmen. Man hat berechnet, daß zur erwähnten Zeit während einiger Sommer täglich zur Zeit der niedrigsten Ebben während der Monate Mai bis August nicht weniger als 100—200 Pferdeladungen gesammelt wurden. Die Bänke von Barra sind sehr alt. Ein alter Schriftsteller tut ihrer Erwähnung und sagt, es gäbe in der ganzen Welt keinen schöneren und nützlicheren Sand für Herzmuscheln.

„Aber die ganze Zeit hindurch hat unsere schöne Muschel uns zu Füßen gelegen und geschnappt und geklafft und ihren großen roten Fuß vorwärts und abwärts gestreckt und gewartet, bis wir Muße finden würden, sie aufzuheben. Sie soll nicht länger vernachlässigt werden. Die zweischalige Muschel ist ein schönes, solides Gehäuse von Stein, massiv, stark und schwer, elegant mit vorstehenden Rippen ausgekehlt, welche regelmäßig von den gekrümmten Spitzen der beiden Schalen ausstrahlen und mit glatten Dornen besetzt sind. Die Farben der Muschel sind anziehend, aber durchaus nicht prächtig; sie bestehen aus reichen und warmen gelblich und rötlich braunen Tinten in konzentrischen Streifen. Gegen die Wirbel hin verlieren sie sich in ein Milchweiß. Das Tier, welches diese starke Festung bewohnt, ist hübscher, als Muscheltiere zu sein pflegen. Die Mantelblätter sind dick und, entsprechend den Schalenhälften, konvex. Die Ränder sind in der Nähe der Siphonen stark gefranst, und letztere sind kurze Röhren von beträchtlichem Durchmesser und miteinander verwachsen. Gegen die Ränder zu ist der Mantel von schwammiger Beschaffenheit, aber gegen die Wirbel, wo er die Schale auskleidet, ist er dünn und fast häutig. Die Farbe seiner vorderen Teile ist sehr reich, ein schönes, glänzendes Orange, die zottige Tentakeleinfassung aber blässer. Auch die Röhren sind orange, ihre Innenfläche aber weiß, mit einem perlenartigen Schimmer."

Die etwas gar zu naive Beschreibung des Fußes, den unser englischer Schriftsteller unter anderem mit einer durch die geöffneten Türen eines Gesellschaftszimmers tretenden Dame vergleicht, dürfen wir übergehen. Hören wir aber noch, wie ihn die Muschel gebraucht. „Sie streckt den langen, spitz zulaufenden Fuß soweit wie möglich (4 Zoll über den Muschelrand) hervor, welcher nach irgendeiner Widerstand leistenden Oberfläche tastet, z. B. jenem halb im Sande begrabenen Stein. Kaum fühlt er ihn, so wird das hakig gebogene Ende ganz steif dagegen gestemmt, der ganze Fuß durch Muskelkontraktion (richtiger wohl durch die Schwellgefäße) starr gemacht und das ganze Geschöpf Hals über Kopf 2 Fuß und weiter fortgeschnellt. Gelegentlich kann die Herzmuschel noch stärker springen; schon manche hat

sich vom Boden des Bootes aus über Bord hinweg aus dem Staube gemacht. Wir sehen also, daß einmal die hakige Spitze zur Verstärkung der Springbewegung dient. In noch näherer Beziehung steht sie aber zur Gewohnheit des Tieres, zu graben. Wie alle übrigen Arten dieser schönen Sippe wohnt auch diese im Sande, wo hinein sie mit beträchtlicher Gewalt und Schnelligkeit dringen kann. Zu diesem Behufe wird der Fuß ausgestreckt und sein scharfes Ende senkrecht in den nassen Sand getrieben. Die aufgewandte Muskelkraft reicht hin, mit der ganzen Länge in den feuchten Boden einzudringen, indem die Spitze plötzlich seitwärts gebogen wurde und so einen starken Haltepunkt gibt. Nun wird das ganze Organ stark der Länge nach zusammengezogen, und Tier und Schale kräftig gegen die Mündung der Höhlung angetrieben; die nach unten gerichteten Ränder der Schale werfen den Sand etwas zur Seite. Die vorgestreckte Spitze wird dann 1 oder 2 Zoll weiter geschoben, wiederum gekrümmt und ein zweiter Ruck gemacht. Die Muschel sinkt etwas tiefer in den nachgiebigen Sand, und dieselbe Reihenfolge von Bewegungen wiederholt sich, bis das Tier sich hinreichend tief vergraben hat. Die Verlängerungen und Zusammenziehungen des Fußes geschehen mit großer Geschwindigkeit."

Die Eßbare Herzmuschel gehört mit anderen ihrer Gattung zu den zählebigsten Weichtieren, die sehr große Veränderungen des Salzgehaltes des Meeres aushalten und daher ihr Vorkommen weit über die Grenzen ausdehnen, die den für den Salzgehalt ihrer Umgebung empfindlicheren (stenohalinen) Tieren gesetzt sind. Dies gilt namentlich für ihre Verbreitung in der Ostsee und im Finnischen und Bottnischen Meerbusen. Bei Gelegenheit einer klassischen Untersuchung über die Lebensbedingungen der Auster kommt K. E. v. Baer darauf zu sprechen. Er sagt: „Cardium edule, das in der Nordsee die Größe eines kleinen Apfels erreicht, fand ich an der Küste von Schweden, südlich von Stockholm, außer dem Bereiche des süßen Wassers aus dem Mälar und der Strömung aus dem Bottnischen Busen, noch bis zur Größe einer Walnuß, aber nur in bedeutender Tiefe; in der Nähe des Ufers waren die ausgeworfenen alle kleiner. Bei Königsberg pflegen sie nur die Größe von guten Haselnüssen zu erreichen, bei Reval aber kann man sie nur mit kleinen Haselnüssen oder mit grauen Erbsen vergleichen, die größer als die gewöhnlichen gelben Erbsen zu sein pflegen." Auch die eßbare Miesmuschel findet sich noch dort, aber so verkümmert und klein, daß sie nicht mehr zum Genusse einladet. Zu diesen und anderen, dem eigentlichen stark salzigen Meere entstammenden Muscheln gesellen sich dann, sich in umgekehrter Richtung anbequemend, Süßwassertiere, namentlich Limnäen und Paludinen. Was aber die Herzmuscheln betrifft, so gibt das Kaspische Meer weitere Belege für ihre Fähigkeit, sich anzupassen und umzuformen.

Im Anschluß an Cardium, wenn sie auch morphologisch etwas abweicht, mag die Gattung Cardita *Brug.* erwähnt sein, zumal wegen der höchst auffallenden Brutpflege bei der südafrikanischen C. concamerata *Brug.* Hier ist der Bauchrand beider Klappen nach innen eingestülpt, und der dadurch abgegrenzte Raum nimmt die Jungen auf.

Die Tridakniden oder Riesenmuscheln sind keine Monomyarier, aber die beiden Schalenschließmuskeln (s. Abb. auf S. 563, c) haben sich bei ihnen so genähert, daß sie einen einzigen auszumachen scheinen. Der Mantel ist bis auf drei Öffnungen vollständig geschlossen. Die mittlere, an der Unterseite gelegene Öffnung (a) läßt das Atemwasser und die Nahrung eintreten. Von ihr ziemlich entfernt liegt die Afteröffnung (b). Die vordere ist ein ansehnlicher Spalt (d) für den kurzen Fuß, aus welchem der Bart (e) entspringt. Das Gehäuse ist regelmäßig, die beiden Schalenhälften sind einander gleich, aber ungleichseitig.

Die sogenannte Lunula (Möndchen), d. h. der bei den meisten Muscheln vorhandene geschlossene und umrandete Raum unmittelbar vor den Wirbeln, ist offen, so daß es für den Durchtritt des Fußes und Byssus nicht einer besonderen klaffenden Stelle bedarf wie bei den anderen, mit Bart versehenen Muscheln. Der Schlitz für den Fuß ist damit ganz nach oben gerückt. Alle Tridaknen gehören dem Chinesischen Meer, dem Indischen Ozean mit dem Roten Meer und der Südsee an und zeichnen sich durch dicke Schalen mit wulstig aufgetriebenen, oft geschuppten Rippen aus, deren Enden gleich großen Zähnen beim Schließen fest ineinander passen. Die größte aller Muscheln ist Tridacna gigas *L.*, die Riesenmuschel, die in manchen Kirchen als Weihkessel oder Taufbecken benutzt wird, und die in den größeren Museen gewöhnlich auf einer soliden Säule abseits aufgestellt ist. Die ältesten Nachrichten von ihr, die wir bei Rumph finden, sind durch neuere Beobachtungen nicht überholt.

„Die See-Gienmuschel wird 3—5 Schuhe lang. Die Schuppen sind wohl 2 Messer dick, aber mehrenteils stumpf und äußerlich abgebrochen. Auswendig sind sie dergestalt mit Seeschlamm bewachsen, daß man sie kaum rein machen kann. Die Dicke der Schale trägt gemeinlich eine Querhand aus, ja man findet solche, die über ½ Schuh dick sind, woraus man dann wohl leicht abnehmen kann, wie schwer diese Muschel sein muß. Wenn man die Schale zerschlägt, so sieht man, daß sie aus verschiedenen Rinden zusammengesetzt ist. Die jüngste Lage ist allezeit die vorderste und hat einen so scharfen Rand, daß man sich daran wie an einem Messer schneiden kann. Aus dieser Ursache muß man mit diesen Muscheln behutsam umgehen, solange das Tier noch darin ist, wenn man sich nicht verwunden will. Man hat es wenigstens auf unseren Schaluppen in den Molukkischen und Papuasischen Inseln aus der Erfahrung, daß diese Muscheln, die daselbst wohl am größten sind, die Ankertaue und Stricke (wenn die Matrosen solche ungefähr daselbst fallen lassen, daß sie zwischen die Schalen der Muscheln geraten) dergestalt durch Zusammenziehung ihrer Schalen abkneipen, als ob sie ordentlich mit einem Beile abgehackt wären. So würde ein jeder, der die klaffende Muschel mit der Hand angreifen wollte, seine Hand verlieren, wenn er nicht vorher etwas zwischen die Schale legt, um das Zusammenschließen derselben zu verhindern. Die Fischer holen diese Muscheln folgendergestalt aus dem Wasser hervor: Ein Taucher tut einen Strick in Gestalt einer Schleife herum, danach ziehen sie alle zusammen die Schale in die Höhe. Sodann suchen sie mit einem Messer durch die Öffnung an der Seite zu kommen und den sogenannten Pfeiler oder die Sehnen zu durchschneiden, weil alle Kraft des Tieres in denselben besteht. Alsdann klaffen die Schalen von selbst und können sich nicht wieder schließen. Auf diese Weise errettet man auch alle Tiere und Menschen, die von ungefähr zwischen diese Schalen fest geknellet werden."



Tridacna mutica *Lam.*, geöffnet. Nat. Größe.

Auch die Riesen-Tridacna, wie so manche andere mit dem Byssus versehene Muschel (Pinna, Mytilus), wird von Krebsen als Wohnraum benutzt, wie Rumph schon beobachtete. Von der Größe und Stärke gibt er folgendes Beispiel an: „Im Jahre 1681 wurden bei Celebes zwei dieser Muscheln gefunden, wovon die eine 8 Schuh 2 Zoll, die andere 6 Schuh

und 5 Zoll im Umfang hatte. Die eine, in welche ein Matrose ein starkes Brecheisen hineinstieß, bog dasselbe durch Zuklappen der Schalen krumm. Die Stärke des Muskels und das Gewicht der Schalen, das gegen 3 Zentner beträgt, erklären dies."

Eine zweite Tridacna-Art, Tridacna elongata *Lam.*, die im Roten Meer sehr häufig ist, wurde sehr genau von dem französischen Zoologen Vaillant beobachtet. Sie gehört zu den kleineren und wird 12—20 cm lang. Auch sie lebt derart in den Sand vergraben, daß man nur den gezahnten Schalenrand hervorragen sieht. Die obenerwähnte Öffnung am Rücken ist also nach unten gekehrt, und mit dem daraus hervortretenden Fuß und Bart ballt sie Sand und Steine zusammen, heftet sich auch wohl gelegentlich an darunter befindlichen Felsen an und legt sich sozusagen für einen ohne Zweifel längeren Aufenthalt vor Anker. Daß sie jedoch von Zeit zu Zeit ihren Standort ändert, geht daraus hervor, daß man die größeren Stücke in immer größerer Tiefe aufsuchen muß. Vaillant kann nicht Worte finden, um den prächtigen Anblick zu schildern, den die fast immer geöffnete Muschel mit ihren Mantelrändern gewährt, wenn man sie bei ruhigem Wasser in einer Tiefe von 12 bis 16 Fuß beobachtet. Tridacna elongata, von den Arabern „Arbi-nem-Bous" genannt, ist bei Suez so gemein, daß ihre Schale zum Kalkbrennen benutzt wird; auch ist sie eine sehr beliebte Speise, namentlich die Muskeln sollen wie Hummerfleisch schmecken.

Die oben mitgeteilten Angaben, daß die Riesen-Tridacna imstande sei, ein Tau abzukneipen, zieht der französische Zoolog in Zweifel, nicht weil das Tier nicht die Muskelkraft dazu besäße, sondern weil die Schale bei einer solchen Anstrengung zerbrechen würde. Über die Leistungsfähigkeit der Muskeln der Suezer Art hat er einige bemerkenswerte Versuche angestellt. Die Schalenränder können nicht vollständig geschlossen werden; Vaillant konnte also immer an der einen Klappe einen Haken anbringen und die ganze Muschel daran aufhängen, und an der anderen ein Gefäß befestigen, das allmählich mit Wasser gefüllt wurde. Zu dem Gewichte des Gefäßes und des Wassers muß natürlich noch dasjenige der unteren Schalenhälfte und der durch die Muskeln ebenfalls zu besiegende Widerstand des Ligamentes gerechnet werden, der auch noch überwunden wurde, wenn nahe am Höhepunkt des dem Tiere zugemuteten Gewichts die Muschel gereizt wurde und mit äußerster Kraftanstrengung die Schale zusammenzog. Ein 24 cm langes Stück entfaltete so eine Kraft von über 7 kg.

Der porzellanartigen Perlen der Riesenmuschel haben wir bereits gedacht (S. 555). Erwähnung verdienen noch die schillernden Augenflecke am Mantelrand, wie Cardium ähnliche am Sipho besitzt — niedere Stufen der bei den Kammuscheln so hoch entwickelten Gebilde.

Mit Mya *L.*, der **Klaffmuschel**, kommen wir zu einer anderen Familie, deren Kennzeichen so ziemlich mit denjenigen dieser Gattung zusammenfallen. Das Tier hat einen fast vollkommen geschlossenen Mantel, der vorn eine kleine Spalte zum Durchtritt des kleinen kegelförmigen Fußes läßt und sich hinten in zwei lange, dicke, vollständig miteinander verwachsene Röhren verlängert. Dieser also scheinbar einfache Sipho hat einen starken Oberhautüberzug. Die eiförmige Schale klafft an beiden Enden. Die linke Klappe hat unter dem Wirbel einen großen, zusammengedrückten, löffelförmigen, fast senkrecht auf der Schale stehenden Zahn, die rechte eine entsprechende Grube. Zwischen beiden spannt sich das Ligament des desmodonten Schlosses aus. Unter den wenigen Arten ist Mya arenaria *L.* im ganzen nördlichen Atlantik sehr gemein. Sie lebt im sandigen Strande so weit vergraben, daß, wenn sie ungestört ist, nur das gefranste Ende der Mantelröhren etwas hervorragt

So wie sie durch Erschütterung oder Berührung beunruhigt wird, fährt sie mit größter Gewandtheit in die Höhle hinab. Die **Trogmuschel**, Mactra *L.*, vermag, auf den Sand gelegt, mit 4—5 Stößen vollständig zu verschwinden, wobei vermutlich, wie bei allen diesen Gräbern, die Gehörkapseln oder Statozysten die Einhaltung der senkrechten Lage vermitteln. Für Mactra inflata *Brown* hat neuerdings H. Jordan ein abweichendes Verfahren beschrieben, mittels dessen sie sich in den Sand einwühlt. „Nachdem das Tier eine ganze Weile ruhig dagelegen hat, erscheint mit einem Male der Fuß, der in schneller Folge rhythmisch vorgestoßen und zurückgezogen wird. Zunächst wie suchend hierbei den Boden abtastend, dringt er infolge der Heftigkeit jener Stöße in den Sand ein, tief genug, um sich daselbst zu verankern... Sitzt der Fuß einmal fest, so bedingt ein Zug seiner Muskeln in der Längsrichtung, daß das Tier sich aufrichtet. Bis jetzt nämlich lag die Muschel auf der Seite; der Fuß krümmt sich — um sich im Boden zu verankern — nach unten. Seine Verkürzung bedingt daher, daß das Vorderende der Muschel auf die Sandoberfläche gedrückt wird, das Hinterende aber mit den Siphonen frei nach oben ragt.

„Nunmehr erfolgt der Hauptangriff auf den Sand: der Fuß zieht, und gleichzeitig erfolgt ein heftiges Klappen mit den Schalen, während oben die Siphonen sich schließen. Demzufolge wird das Wasser mit großer Gewalt aus dem Mantelraume zu derjenigen Öffnung herausgestoßen, die zwischen den beiden Mantelrändern zum Durchtritt des Fußes frei bleibt. Aufgejagt durch dieses Wasser, wirbelt der Sand in die Höhe; tiefer dringt der Fuß und zieht den Körper der Muschel in die trichterförmige Bresche, welche die Wasserstöße in der Sandoberfläche verursachten. Der aufgewirbelte Sand fällt herab und bedeckt die Muschel im Verein mit dem von den Trichterwänden herabstürzenden Sand. Nach wenigen Schlägen ist das Tier, bis auf die Siphonen, die es in der bekannten Weise vom Sand frei hält, vollkommen bedeckt.“ Auch sollen die Myen, auf den flachen Boden gelegt, sich dadurch rückwärts fortbewegen können, daß sie den Fuß krümmen und sich, ihn wieder ausstreckend, damit fortschieben. Für Mactra inflata beschreibt es Jordan folgendermaßen: „Zum Verlassen ihres Standortes bedient sich unsere Muschel eines einfachen, kräftigen Vorstoßes des Fußes, durch den sie eine beträchtliche Strecke weit aus dem Sande durch das Wasser geschleudert wird (in einem Falle 10 cm weit). Es ist nett zu sehen, wie diese Muscheln, scheinbar ohne jede Veranlassung, aus dem Sande herausspringen, wie das ‚Teufelchen aus dem Kasten‘.“ Die Klaffmuscheln werden wohl hier und da von der ärmeren Volksklasse auch gegessen, vorzugsweise aber als Köder verwendet.

Die **Scheidenmuscheln** (Solen *L.*) haben in ihren Lebensgewohnheiten große Ähnlichkeit mit den Klaffmuscheln, denen sie sich insofern anschließen, als ihre Schale ebenfalls vorn und hinten klafft. Die Klappen bilden zusammen einen regelrechten Zylinder, die beste Form für einen Gräber; die Wirbel, kleine, oft kaum bemerkbare Höcker, stehen bei mehreren Arten fast unmittelbar am steilen Vorderrande. Der dicke, zylindrische, am Ende keulenförmige Fuß, von demselben Querschnitt wie der Schalenzylinder, tritt durch den vorderen Mantelschlitz und ist im leichten Ufersande ein sehr wirksames Bohrwerkzeug; das Eingraben geht daher sehr schnell vor sich. Man bemächtigt sich der Tiere, die an den Mittelmeerküsten von den ärmeren Leuten als Capa lunga und Capa di Deo verspeist werden, indem man sich ihnen entweder vorsichtig nähert und sie gleich dem grabenden Maulwurf mit dem Spaten auswirft, oder indem man in ihre Löcher, in die sie behende über ½ m hinabschlüpfen, einen dünnen, mit einem Knopfe versehenen Eisenstab einführt, an dem man sie, nachdem man

ihn ins Gehäuse gestoßen, heraufzieht. An den europäischen Küsten sind besonders drei Arten gemein. Von einer afrikanischen Scheidenmuschel (Solen marginatus *Pult.*) erzählt Deshayes, wie sie sich, auf einen steinigen, zum Einbohren nicht geeigneten Grund geraten, zu helfen weiß. Sie füllt die Mantelhöhle mit Wasser, schließt die Röhrenmündungen und zieht dann mit einem Rucke den ausgestreckten Fuß so ein, daß das Wasser mit Gewalt aus den Siphonen ausgetrieben wird, und sein Stoß den Körper 1 oder 2 Fuß weit vorwärts treibt. Dies wird wiederholt, bis das Tier einen günstigen Boden erreicht hat.

Die Bohrmuschel (Pholas *L.*) führt uns in den Kreis derjenigen Muscheltiere, die man häufig wegen ihrer auffallend gestreckten Gestalt und der zum Teil bis zur Unkenntlichkeit abweichenden Schalenform als eine besondere Ordnung, Röhrenmuscheln (Tubicolae), betrachtet hat.

Die Siphonen sind bei ihnen in ganzer Länge verschmolzen. Die verwachsenen Mantelränder lassen vorn ein kreisförmiges Loch für den Durchtritt des Fußes, dessen Vorderende als Saugnapf dienen kann, wie bei kletternden Zykladen (S. 544). Die Schale klafft an beiden Enden. Die Verbindung der beiden Klappen durch ein Ligament ist verlorengegangen, dafür treten Ergänzungsstücke der Schale auf. Ein umgeschlagenes Kalkblatt jederseits in der Schloßgegend ist von einer Reihe von Öffnungen durchbohrt, durch die einzelne Muskelpartien treten, die an ein Paar lose auf dem Rücken liegende überzählige Schalenstücke sich ansetzen. Manche Pholaden, wie unsere gemeine Pholas dactylus *L.*, haben zwei, andere nur eine solche freie Rückenplatte. Der Nutzen dieser freien Platten besteht offenbar darin, zwar den Rückenverschluß der Schalen möglichst zu sichern, zugleich aber auch die Entfernung der vorderen Enden der beiden Schloßseiten voneinander zu ermöglichen und die Klappen vorn auseinanderspreizen zu lassen, wie solches aus der gleich folgenden Beschreibung der Bohrmethode der Pholas hervorgeht. Bei allen Arten sind die immer weißen Schalen mit Reihen von kleinen Zacken und Zähnchen besetzt (Abb. S. 567), die der Oberfläche das Aussehen einer groben Raspel geben.

Über das Bohren der Pholaden ist sehr viel beobachtet und geschrieben worden, ohne daß die Aufklärung darüber eine vollständige wäre. Unsere Pholas-Arten scheinen nur im weicheren Gestein und im Holze zu bohren, wo die ihnen zu Gebote stehenden gröberen Werkzeuge ausreichen dürften. Bei Neapel findet man die Pholaden am häufigsten in trachytischem Gestein. — Mit genauerer Berücksichtigung der Muskulatur hat Osler das Aushöhlen der Wohngänge beschrieben. Er sagt: „Die Pholas hat zwei Arten zu bohren. Bei der ersten befestigt sie sich mit dem Fuße und richtet sich fast senkrecht auf, indem sie den wirkenden Teil der Schale gegen den Gegenstand andrückt, an welchem sie anhängt. Nun beginnt sie eine Reihe von teilweisen Drehungen um ihre Achse, was durch eine wechselweise Zusammenziehung des rechten und linken Seitenmuskels (oder Fußretraktors) bewirkt wird, wonach sie jedesmal wieder in ihre senkrechte Lage zurückkehrt. Diese Art wird fast ausschließlich nur von jungen Tieren angewendet und ist gewiß ganz wohl darauf berechnet, um in einer senkrechten Richtung vorzudringen, so daß sie hierdurch in der möglichst kürzesten Zeit vollständig eingegraben sind. Denn in der ersten Zeit ihres Lebens sind die Hinterenden ihrer Schalen viel weniger vollendet, als sie es später werden. Haben die Pholaden aber 2 oder höchstens 3 Linien Länge erreicht, so ändern sie ihre Richtung und arbeiten wagerecht... Bei den zur Erweiterung der Wohnungen notwendigen Bewegungen übernehmen die Ziehmuskeln (Schließmuskeln) einen wesentlichen Anteil. Das auf seine

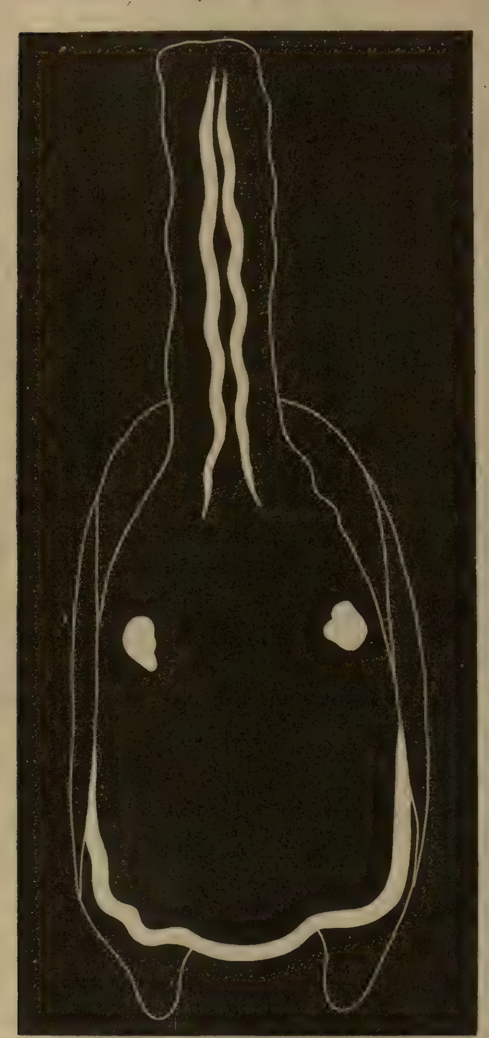
Fuße befestigte Tier bringt die vorderen Enden der Schale miteinander in Berührung. Dann ziehen sich die Reibemuskeln (Fußretraktoren) zusammen, richten den Hinterteil der Schale auf und drücken den wirkenden Teil derselben gegen den Boden der Höhlung; einen Augenblick nachher bringt die Tätigkeit des hinteren Ziehmuskels die Rückenränder der Schale miteinander in Berührung, so daß die starken feilenartigen Teile plötzlich getrennt werden und rasch und kräftig über den Körper hinkratzen, auf den sie drücken. Sobald dies geschehen ist, sinkt das Hinterende nieder, und unmittelbar darauf wird dieselbe Arbeit mittels Zusammenziehung des vorderen Schließ-, des Seiten- und des hinteren Schließmuskels der Reihe nach wiederholt."

In der Tat kann man sich an alten Stücken überzeugen, daß die Raspelzähne an dem ganzen vorderen Teile der Schale der Pholaden abgenutzt sind. Ihre Masse ist von ziemlich fester Beschaffenheit und sicher weicheren Substanzen gegenüber wirksam. Dem entspricht unter anderen J. Robertsons Schilderung: „Ich hatte während meines Aufenthaltes zu Brighton Gelegenheit, Pholas dactylus zu studieren; ich unterhielt wenigstens 3 Monate lang 20—30 von diesen Geschöpfen, die in Kreidestücken tätig waren, in einem Glase und einem Gefäße mit Seewasser unter meinem Fenster; die Pholas macht ihre Höhle, indem sie die Kreide mit ihrer feilenartigen Schale abreibt, sie gepulvert mit ihrem Fuße aufleckt, durch ihren Sipho treibt und in länglichen Knötchen ausspritzt." In sehr weichen Substanzen scheint aber die Fußscheibe das Geschäft des Aushöhlens ganz allein übernehmen zu können. Mettenheimer beobachtete eine Pholas, die erst mit dem vorderen Ende einige Linien tief in einem Stücke Torf steckte, aber nach 3 Tagen schon ganz im Inneren verschwunden war. Nur sehr selten machte sie eine leichte, kaum wahrnehmbare Bewegung um ihre Achse, die aber durchaus nicht als Ursache des Bohrens angesehen werden konnte. Dagegen zog sie die hinten vorragenden Siphonen von Zeit zu Zeit kräftig zusammen, wobei sie sich ein wenig tiefer in die Höhle hineinschob. Solange das Tier in Tätigkeit war, sah man den noch freien Raum im Bohrloche neben der Schale sich ganz allmählich mit feinem Torfstaube füllen, bis er endlich zur Mündung der Höhle herausfiel. Die Losschenerung des Torfes konnte Mettenheimer nur dem Fuße zuschreiben. Ob im Kalkgestein etwa ausgeschiedene Kohlensäure mitwirkt, wissen wir so wenig wie bei Lithodomus (vgl. S. 523).



Schale der Bohrmuschel, Pholas dactylus *L.* Natürliche Größe.

Eine andere Eigentümlichkeit der Pholaden ist das Leuchten. Über den Vorgang und die Natur dieser Erscheinung haben uns Panceri und Förster Aufschluß gegeben. Läßt man die aus ihren Bohrlöchern herausgenommenen Tiere ruhig in einem Gefäße mit Seewasser stehen und beobachtet sie in der Dunkelheit, so leuchten sie nicht. Sie verhalten sich damit wie andere Leuchttiere des Meeres, die gereizt werden müssen, ehe sie ihr Licht anstecken. Faßt man sie an und bewegt sie, so ergießen sich von ihnen leuchtende Wölkchen ins Wasser, das nach und nach ganz leuchtend wird. Es ist ein Schleim, der sich vom Tiere ablöst und der sich allem anhängt, was mit ihm in Berührung kommt. Das Leuchten der Masse verliert sich, nachdem sie sich ausgebreitet hat und zur Ruhe gekommen ist, erscheint aber wieder bei Erneuerung der Reizung und Bewegung. Obgleich sehr bald nach Anstellung der Reizversuche sich die ganze weiche Körperoberfläche der Muschel mit dem leuchtenden Schleime bedeckt, so wird derselbe doch nur aus bestimmten, nicht sehr umfangreichen Organen ausgeschieden. Sie liegen am oberen Mantelrande, am vorderen Eingange der Mantelröhre und in Form zweier paralleler Streifen im Atemsipho. Sie sind Anhäufungen von Zellen mit fettigem Inhalte. R. Dubois hat in dem leuchtenden Schleim zwei Substanzen gefunden, die er Luciferin und Luciferase nennt, durch deren Zusammentritt erst die Phosphorenz bewirkt wird. Neuerdings sind in dem Leuchtorgan auch zweierlei Drüsenzellen nachgewiesen; möglicherweise fällt ihnen die verschiedene Ausscheidung zu.



Umriß der Bohrmuschel. Die weißen Flecken und Streifen sind die Leuchtorgane. Natürliche Größe.

Die bisher genannten bohrenden Muscheln können kaum unter die schädlichen Tiere gezählt werden. An Pholas reiht sich aber ein Tier von äußerster Schädlichkeit an, der Schiffswurm (Teredo *L.*), über den wir vorerst einige geschichtliche Nachweise nach Johnstons Zusammenstellung bringen. „Die Zerstörungen, die dieses wurmförmige Tier bewirkt, sind ansehnlich genug, um sowohl den Haß, der ihm zuteil geworden, als auch den strengen Ausdruck Linnés zu rechtfertigen, der ihn calamitas navium (das Elend, Verderben der Schiffe) nennt. Er ist imstande, sich in Holz einzubohren, zerstört Schiffswracke, durchwühlt Bauwerke zur Einengung des Ozeans, durchlöchert Schiffe, Brückenpfeiler und Bollwerke in allen Richtungen, so daß sie bald, unfähig, der Gewalt der Wogen länger zu widerstehen, ihnen erliegen müssen. Der Betrag des Schadens, den der Schiffswurm auf diese Weise jährlich verübt, ist schwer zu

berechnen. Daß er aber sehr beträchtlich sei, geht aus den Klagen, die über dieses Tier in fast allen Meeren erhoben werden, und aus den vielen kostspieligen Vorkehrungen zur Abwendung seiner Angriffe hervor. ‚Da gibt es‘, sagt ein ungenannter Reisender, ‚in den indischen Meeren eine kleine Wurmart, welche in das Bauholz der Schiffe eindringt und dasselbe so durchbohrt, daß sie überall Wasser ziehen; und wenn sie es auch nicht sogleich ganz durchbohrt, so greift sie dasselbe doch so an, daß es meistens unmöglich wird, es wiederherzustellen. Zwar wenden einige Teer, Haare und Kalk als Überzug der Schiffe an, welche indessen sämtlich nicht nur nicht genügen, um den Wurm zu vertreiben, sondern auch das Schiff in seinem Laufe aufhalten. Die Portugiesen brennen ihre Schiffe (es ist die Rede vom Jahre 1666), so daß sie ganz von einer zolldicken Kohlenrinde überzogen werden. Wenn dieses Verfahren aber einerseits gefährlich ist, da es nicht selten geschieht, daß das ganze Schiff verbrennt, so beruht anderseits die Ursache, weshalb der Wurm die portugiesischen Schiffe nicht durchfrißt, nur in der außerordentlichen Härte des angewendeten Bauholzes.‘ Im Westen ist der Schiffswurm ebenso tätig. Die ersten englischen Schiffahrer sind in ihren kühnen Unternehmungen oft gekreuzt und aufgehalten worden durch das Unbrauchbarwerden ihrer Schiffe, und bei weiterer Ausdehnung des englischen Handels wurde das Übel so fühlbar, daß man sich entschloß, den Boden der Schiffe mit Blei und Kupfer zu überziehen. Gewöhnlich nimmt man an, daß der Schiffswurm nach der Mitte des 17. Jahrhunderts von den tropischen Meeren aus in Europa eingeführt worden sei; da man aber genügend Beweise hat, daß mehrere Arten daselbst wirklich heimisch sind, so verschwindet die Hoffnung, sie einmal alle in einem ungewöhnlich strengen Winter oder durch eine ihrer Natur nachteilige Witterung vertilgt zu sehen, sofern der Schiffswurm nämlich meistens in der Nähe der Oberfläche und oft an Stellen verweilt, welche bei der Ebbe trocken werden und notwendig den Einflüssen aller atmosphärischen Veränderungen ausgesetzt sind. In den Jahren 1731 und 1732 befanden sich die Vereinigten Niederlande in einer schreckenvollen Aufregung, als man entdeckte, daß diese Tiere solche Zerstörungen in dem Pfahlwerke der Eindämmungen von Seeland und Friesland angerichtet hatten, daß sie diese gänzlich zu vernichten drohten und dem Menschen wieder entreißen zu wollen schienen, was er mit beispielloser Anstrengung dem Ozean abgerungen hatte. Glücklicherweise verließen sie einige Jahre später diese Dämme wieder; aber in der Furcht vor der Wiederkehr eines Feindes, fürchterlicher als der Großtürke selbst, den sie sich bloß mit Spaten und Schaufeln zu vertilgen vermessen hatten, setzten die Holländer eine große Belohnung für denjenigen aus, der ein Mittel angeben könnte, um die Angriffe dieser Tiere abzuwenden. Salben, Firnisse und giftige Flüssigkeiten wurden sofort hundertweise anempfohlen. Es dürfte schwer sein, den Betrag des Schadens zu schätzen, welchen diese Heimsuchung verursacht hat, die nach der Meinung von Sellius (der 1733 eine Naturgeschichte des Teredo herausgab), da er keine natürliche Veranlassung dazu entdecken konnte, von Gott verfügt war, um den wachsenden Hochmut der Holländer zu züchtigen. Die Schriftsteller jener Zeit bezeichnen ihn allgemein als sehr groß, und Dr. Tobias Baster führt den Teredo als ein Tier an, das in jenen Gegenden für viele Millionen Schaden verursacht habe. Auch England hat er mit mannigfachem Unheil heimgesucht und tut es noch. Der gesundeste und härteste Eichenstamm kann diesen verderblichen Geschöpfen nicht widerstehen; denn schon in 4—5 Jahren durchbohren sie ihn in solchem Grade, daß seine Beseitigung notwendig wird, wie das wiederholt auf den Werften von Plymouth vorgekommen ist. Um das daselbst verwendete und ihren Angriffen ausgesetzte Bauholz zu

erhalten, hat man versucht, die unter Wasser stehenden Teile desselben mit kurzen, breitköpfigen Nägeln zu beschlagen, welche im Salzwasser bald die ganze Oberfläche mit einer starken, für den Bohrer des Wurmes undurchdringlichen Rostrinde überziehen. Und dieser Versuch scheint von Erfolg gewesen zu sein, da der Wurm in den Häfen von Plymouth und Falmouth, wo er sonst häufig gewesen, jetzt selten oder gar nicht mehr zu finden ist. Aber in anderen Gegenden ist er fortwährend geblieben und hat z. B. innerhalb weniger Jahre eine Menge von Pfählen an den Brückenpfeilern zu Port Patrick an der Küste von Ayrshire wesentlich beschädigt oder gänzlich verdorben, so daß behauptet wird, dieses Tier werde in Gemeinschaft mit einem gleich verderblichen Kruster, Limnoria terebrans (zu den Wasser-Asseln gehörig), bald die völlige Zerstörung alles Holzes in jenen Pfeilern bewirken. Keine Holzart scheint fähig, der verhängnisvollen Bohrkraft dieses Weichtieres zu widerstehen. Indisches Teak (Tectona grandis), Sissu- und Saulholz, eine Sorte, die dem Teak nahesteht, aber noch härter ist, werden alle in kurzer Zeit durchfressen; noch viel leichter werden Eichen und Zedern und am schnellsten so weiche Hölzer wie Erle und Kiefer durchlöchert.



Schiffsbohrwurm, Teredo navalis *L.* Nach Meyer und Möbius, „Fauna der Kieler Bucht“. v Schale, r die von den Siphonen s ausgefüllte, mit Kalk ausgekleidete Wohnröhre, p Paletten.

Es geht schon aus diesen Mitteilungen hervor, daß man längst von der irrigen Meinung zurückgekommen ist, es gebe bloß eine, allmählich über die ganze Welt verschleppte Art Schiffswurm. Man kann bis jetzt wenigstens 8—10 Arten unterscheiden, die Linné alle, soweit sie ihm bekannt waren, als Teredo navalis *L.* zusammenfaßte. Es fehlt selbst nicht an Formen, die in den Tropen ins brackige und ins Süßwasser übertreten. Am besten sind wir durch den Pariser Zoologen de Quatrefages über die Eigentümlichkeiten einiger Teredinen der europäischen Küsten unterrichtet, darunter des großen Teredo fatalis *Qtrf.*, dem die meisten jener oben angeführten Zerstörungen an den Damm- und Hafenbauten zur Last fallen. Es ist begreiflich, wenn man die Abbildung dieses Tieres zur Hand nimmt, daß es auf alle Beobachter, die sich nicht in eine vergleichende Zergliederung desselben einlassen konnten, den Eindruck nicht eines Weichtieres von dem Range einer Muschel, sondern den eines Wurmes machen mußte. Die Schale, die sich an dem verdickten Kopfende befindet, ist hinten und vorn so weit ausgerundet, daß eigentlich nur noch ein kurzes, reifenförmiges Schalenrudiment übrig ist. Die vordere Schalenöffnung ist aber von dem Mantel so überwachsen, daß nur ein kleines, den Fuß vorstellendes Wärzchen aus seinem Schlitze hervortreten kann. Oberhalb der beiden Schalenhälften ragt zwischen ihnen der Mantel hervor und bildet eine Falte, die Kapuze, die durch verschiedene sich kreuzende Muskeln in allen Richtungen bewegt werden kann. Der hinter dieser kopfartigen Anschwellung liegende Teil des Tieres bis zu den langen Siphonen ist sehr verlängert und wird mit den Siphonen von einer unregelmäßig gebogenen Kalkröhre eingeschlossen. Letztere ist hinten offen und so weit, als die Siphonen einen Spalt zwischen sich lassen, durch eine Längsscheidewand geteilt. Wo die Mantelröhre in die

Siphonen übergeht, ist ein starker, ringförmiger Schließmuskel mit einem Quermuskel, der wohl dem hinteren Schließmuskel anderer Dimyarier entspricht, während der vordere zwischen den kleinen Schalenhälften liegt. Auf diesem hinteren Schließmuskel sitzen zwei plattenförmige Schalenstücke, die Paletten, und dies ist die einzige Stelle, wo der Mantel mit der obenerwähnten Röhre unmittelbar verwachsen ist. Übereinstimmend mit dieser äußeren, von den übrigen Muscheln so abweichenden Form ist natürlich auch die Form und Lage der inneren Körperteile, namentlich der Leber, des Herzens, der Kiemen, der Fortpflanzungsorgane; die Abweichung besteht aber eigentlich nur darin, daß diese Organe hier nicht über-, sondern hintereinander gelegen sind, während die allgemeinen Grundzüge des Baues vollständig diejenigen aller übrigen Zweischaler sind. Mit ihnen stimmt auch die Veligerlarve überein, über die wir durch Hatschek unterrichtet sind.

Die Lebensweise der Bohrwürmer ist, wie gesagt, am gründlichsten von Quatrefages beobachtet, so daß wir zweckmäßig die wörtliche Übersetzung seiner Schilderung hier folgen lassen. „Man weiß“, sagt er, „daß diese Weichtiere die härtesten Holzarten, wie sie auch sonst beschaffen sein mögen, zerbohren. Man weiß, daß ihre Gänge mit einer Kalkröhre ausgekleidet sind, womit das Tier nur an zwei, den Paletten entsprechenden Stellen zusammenhängt. Fast unnötig ist es, daran zu erinnern, daß diese verderblichen Weichtiere sich bisweilen so vermehren, daß sie durch ihre Röhren beinahe das ganze Innere eines sonst ganz gesunden Stückes Holz verschwinden machen, ohne daß es, sozusagen, möglich wäre, äußerlich Anzeichen jener Zerstörungen zu finden. Endlich ist es unrichtig, wenn man gemeint hat, die Bohrwürmer gingen immer nur in der Richtung der Holzfasern vorwärts: sie durchbohren das Holz in allen Richtungen, und oft bietet eine und dieselbe Höhlung die verschiedensten Biegungen, bald der Faser folgend, bald sie unter rechtem Winkel schneidend. Solche Biegungen stellen sich immer ein, sobald ein Bohrwurm entweder auf die Röhre einer seiner Nachbarn stößt, oder auf einen alten verlassenen, sogar seiner Kalkauskleidung beraubten Gang. Diese Art von Instinkt bewirkt, daß, so zahlreich auch die Röhren in einem Stücke Holz sein mögen, sie doch nie aneinanderhängen, und daß man sie durch Faulenlassen des Holzes immer vollständig voneinander trennen könnte. Gewöhnlich ist der von dem Teredo gebildete Holzgang nur längs des Körpers des Tieres mit Kalk ausgekleidet, am Vorderende aber das Holz unbedeckt. Adanson, ein ausgezeichneter Molluskenbeobachter des 18. Jahrhunderts, fand, daß der Blindsack in einigen Fällen dieselbe Kalkbekleidung wie der übrige Gang besäße; und einige Naturforscher, welche dies für eine Eigentümlichkeit der ausgewachsenen Individuen hielten, haben darauf Schlüsse für die systematische Verwandtschaft der Bohrwürmer begründet; aber schon Deshayes beobachtete Gänge, die durch eine Querscheidewand in größerer oder geringerer Entfernung vom Vorderende abgeschlossen waren. Ich habe Ähnliches beobachtet. Anderseits fand ich sehr häufig das Ende des Ganges großer Individuen offen, während bei viel kleineren und wahrscheinlich jüngeren Individuen dieses Ende abgeschlossen war. Ich glaube daher, daß das Vorhandensein oder der Mangel dieser Scheidewand durchaus zufällig ist.

„Auf welche Weise bohrt der Teredo in dem Holze, worin er sich einnistet? Diese Frage, die sich alsbald dem Geiste des Beobachters aufdrängt, ist bis jetzt fast einstimmig beantwortet worden. Man sah die Schale für das Bohrinstrument an, womit das Tier seine Wohnung aushöhlte. Seit einigen Jahren hat man in Frankreich und England mehrere Theorien vorgebracht, wonach man die Durchbohrung entweder einer mechanischen oder einer chemischen Tätigkeit zuschreibt. Deshayes, der berühmte französische Konchyliolog, ist für die letztere

Meinung eingenommen. Der beste seiner Beweisgründe ist für uns die Beobachtung, daß der Muskelapparat des Teredo durchaus nicht dazu geschickt ist, jenes vermeintliche Bohrinstrument in Bewegung zu setzen und es in Drehung oder in die Bewegung von einer Seite zur anderen zu bringen, die notwendig erfolgen müßte, wenn man sich die beobachteten Resultate erklären wollte. Der genannte Naturforscher schreibt die Aushöhlung der Gänge der Gegenwart einer Ausscheidung zu, die imstande sei, die Holzmasse aufzulösen. An dieser Erklärung kann etwas Wahres sein; sie genügt mir aber nicht, indem sie durchaus keine Rechenschaft über die Regelmäßigkeit gibt, die diese eigentümliche Reibearbeit auf ihrer ganzen Erstreckung zeigt. Welcher Art auch das angegriffene Holz sein, welche Richtung der Gang nehmen mag, der Schnitt ist immer so vollkommen deutlich, als wenn die Höhlung mit einem aufs sorgfältigste geschliffenen Bohrer gemacht worden wäre. Die Wände des Ganges und sein Vorderende sind vollkommen glatt, wie verschiedenartig auch die Dichtigkeit und Härte der Holzschichten sein mögen; und man weiß, daß bei der Tanne z. B. diese Verschiedenheit sehr groß ist. Die Annahme, daß irgendein Auflösungsmittel mit solcher Regelmäßigkeit wirken könne, scheint sehr schwierig. Es würde, scheint uns, schneller die zarteren und weniger dichten Holzteile angreifen, so daß die härteren vorstehen müßten. Dieser Einwurf ist auch gegen die Annahme zu richten, wonach die Aushöhlung der Gänge der Wirkung der Wasserströme zuzuschreiben wäre, die durch die Wimperhaare verursacht werden.

„An der Arbeit der Bohrwürmer scheint mir alles das Gepräge einer direkten mechanischen Tätigkeit zu haben. Wenn aber das Tier hierzu nicht die Schale anwendet, welches Werkzeuges soll es sich bedienen? Die Lösung der Frage scheint mir schwierig. Ich will jedoch über diesen Punkt eine vielleicht richtige Vermutung aufstellen. Man darf nicht vergessen, daß das Innere des Ganges immer mit Wasser erfüllt ist, und daß folglich alle Stellen, die nicht durch die Kalkröhre geschützt werden, einer fortwährenden Auflockerung unterworfen sind. Eine selbst sehr schwache mechanische Tätigkeit reicht zur Wegnahme dieser so aufgeweichten Schicht hin, und wie dünn die letztere auch sein mag, wenn die in Rede stehende Tätigkeit nur irgendwie ununterbrochen wirkt, reicht sie hin, um die Aushöhlung des Ganges zu erklären. Da nun die oberen Mantelfalten und besonders die Kopfkapuze willkürlich durch Blutzufluß aufgebläht werden können und mit einer dicken Oberhaut bedeckt sind, und die Kapuze durch vier starke Muskeln in Bewegung gesetzt werden kann, so scheint sie mir sehr geeignet, die Rolle, um die es sich handelt, zu spielen. Es scheint mir daher wahrscheinlich, daß sie das Holz abzuschaben bestimmt ist, nachdem es durch die Auflockerung im Wasser und vielleicht auch durch eine Abscheidung des Tieres erweicht worden." Wir müssen aber hier einschalten, daß dieser Vermutung gegenüber später der Utrechter Zoolog Harting ganz andere direkte Beobachtungen aufgestellt hat. Nach ihm braucht Teredo beim Bohren die zwei Klappen seiner Schale wie zwei Kinnladen oder Zangenspitzen, mit dem Unterschied jedoch, daß ihre Bewegung nacheinander auf zwei zueinander rechtwinkeligen Ebenen erfolgt. Er hat unzählige kleine Zähnchen entdeckt, die so stehen, daß bei jedem Stoß die Holzmasse in äußerst kleine viereckige Stückchen zerhackt wird. Die Zähnchen sollen sich wenig abnutzen, weil sie schneiden und nicht schaben und weil sie beim Fortwachsen der Schale durch Bildung neuer Zuwachsstreifen jedesmal von neuen überragt werden.

„Die Bohrwürmer", fährt Quatrefages fort, „vermehren sich außerordentlich schnell. Man teilte mir in Pasages bei St. Sebastian einen Vorfall mit, der eine Vorstellung davon geben kann. Eine Barke versank infolge eines Unfalles im Frühjahr. Nach 4 Monaten

wurde sie von den Fischern wieder gehoben, in der Hoffnung, Holzwerk davon gebrauchen zu können. Aber in diesem kurzen Zeitraum hatten die Bohrwürmer sie so zerfressen, daß Planken und Balken ganz durchlöchert waren.

„Bohrwürmer, die man aus ihren Röhren und Gängen herausnimmt und nackt in ein Gefäß legt, leben ganz gut fort, und ich habe deren über 14 Tage erhalten. Ich konnte deshalb mit Bequemlichkeit einige Züge ihrer Lebenstätigkeiten sehen, die man bei den gewöhnlichen Muscheln ihrer Schalen wegen so schwer beobachtet. Von der Atmung ist nur zu sagen, daß sie wie bei allen Zweischalern mit doppelten Mantelröhren vonstatten geht. Die kleinen Fransen am Ende der unteren Röhre haben augenscheinlich den Zweck, gewisse fremde Körper zu erkennen, die dem Tiere schaden könnten. Man braucht sie nur ganz leise zu berühren, um sogleich die Röhren sich schließen zu sehen. Wenn ich jedoch mit einem zugespitzten Glasrohre mit Indigo gefärbtes Meerwasser in die unmittelbare Nähe des einführenden Sipho brachte, verriet nichts, daß diese fremde Substanz das Tier störte, und fast unmittelbar darauf sah ich den Farbstoff wieder durch die Afterröhre austreten. Die von ihren Kalkröhren umschlossenen Bohrwürmer lassen ihre Siphonen sehr oft heraustreten, und diese halten sich immer so, daß das ausgeatmete Wasser sich nicht mit dem zu den Kiemen einströmenden vermischt. Auch die in ein Gefäß gesetzten Stücke geben ihren Siphonen eine solche Stellung, und man sieht diese Teile bald eine längere Zeit hindurch unbeweglich verharren, bald mit ziemlicher Geschwindigkeit nach allen Richtungen sich biegen. — Die Bewegungen, welche die in den Gefäßen befindlichen Tiere ausführen, beschränken sich auf langsame Ausdehnungen und etwas schnellere Zusammenziehungen, durch die sie gelegentlich ihren Platz verändern können; ordentlich zu kriechen sind sie aber nicht imstande. In ihren Röhren müssen diese Bewegungen noch beschränkter sein. Da sie unveränderlich an den beiden, den Paletten entsprechenden Stellen befestigt sind, können sie den vorderen und den hinteren Körperteil gegen diesen Punkt heranziehen; das ist aber auch alles. Nichts in der Beschaffenheit ihrer Muskeln zeigt an [im Widerspruch zu den oben mitgeteilten Beobachtungen Hartings; d. B.], daß sie Drehungen um ihre Achse ausführen könnten, und ich habe nichts desgleichen beobachtet.

„Legt man einen aus seiner Röhre herausgenommenen Bohrwurm auf den Boden eines Gefäßes, so ist er sichtlich zusammengezogen. Bald entfaltet er sich, und obwohl er sich um das Dreifache seiner Länge ausdehnt, nimmt die Dicke doch sehr wenig ab. Diese auf den ersten Anblick sehr eigentümliche Erscheinung erklärt sich durch den Zufluß des Wassers unter den Mantel und den des Blutes, das aus den großen inneren Räumen sich in die äußeren hineinzieht.

„Die Bohrwürmer legen Eier; die Geschlechter sind getrennt, und die Zahl der Männchen ist viel geringer als die der Weibchen. Unter den wenigstens 100 Stück, die zu meinen Untersuchungen gedient haben, fand ich nur 5—6 Männchen. Das Verhältnis der Geschlechter ist also ungefähr wie 1:20. Das Eierlegen muß nach und nach vor sich gehen und eine beträchtliche Zeit hindurch dauern, nach den Stücken zu urteilen, die ich in meinen Gefäßen hielt. Sie gaben mir mehrere Tage hintereinander Eier, wodurch die Eierstöcke noch bei weitem nicht entleert waren. Die von den Weibchen gelegten Eier häufen sich im Kiemenkanal an, wo sie von dem mit Samenkörperchen vermischten und durch die Atmung eingeführten Wasser befruchtet werden."

Um die Entwickelung der Bohrwürmer zu studieren, bediente sich Quatrefages eines Mittels, das seit Jahrzehnten zu vielen schönen zusammenhängenden Entwickelungsreihen

im Gebiete der niederen Tierwelt geführt hat und in großartigster Weise bei den Fischen angewendet wird: der künstlichen Befruchtung. Was ihm diese selbst gezogenen Larven nicht zeigten, konnte er durch Beobachtung der in den mütterlichen Kiemen sich aufhaltenden ergänzen. Eine ausführliche Entwickelungsgeschichte hat später Hatschek geliefert. Für uns genügt es, hervorzuheben, daß auch nach diesen Entwickelungszuständen Teredo eine unverkennbare Muschel ist. In dem spätesten Zustande, der beobachtet werden konnte, und den unsere Abbildung gibt, besitzt das hirsekorngroße Tierchen eine zweiklappige, fast kugelige Schale von brauner Farbe, aus welcher zwischen den Mantelfalten hervor ein beweglicher Fuß gestreckt werden kann. Auch ragt über die Schalen ein sehr entwickelter Segelwulst hervor, in dessen Mitte sich ein Wimperschopf befindet. Ferner ist das junge Weichtier auf dieser Stufe mit Augen und Gehörblasen versehen. In diesem Entwickelungszustande wurden sie durch die obere Röhre aus der mütterlichen Kiemen ausgeworfen und lebten in der Gefangenschaft noch länger als die erwachsenen Exemplare. Die Larven können nun, wie sich aus der Beschaffenheit ihrer Bewegungswerkzeuge entnehmen läßt, teils schwimmend, teils kriechend sich fortbewegen. „Wenn sie schwimmen, entfalten sie ihren Wimperapparat, der sich über die Schale legt und sie wenigstens zur Hälfte bedeckt. Einen sehr sonderbaren Anblick gewährt es, sie mit der Geschwindigkeit eines Rotifer oder einer Hydatina das Wasser durchschneiden zu sehen. Die Wimperbewegung macht, daß sie wie mit einem prächtigen Farbenkreis umgeben erscheinen, den man schon mit bloßen Augen wahrnimmt, der aber unter der Lupe und bei einer gewissen Beleuchtung von einem ganz außerordentlichen Glanze ist. Dieses Schwimmen ist nie von langer Dauer; und am häufigsten machen die Larven Gebrauch von ihrem Fuße."

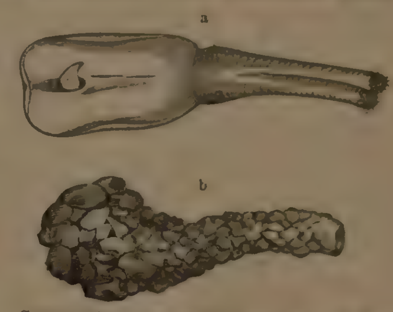

Larve des Bohrwurms, Teredo fatalis *Qtrf.* Vergr.

Weiter konnten die Larven in ihrer Entwickelung nicht beobachtet werden; es ist nicht unwahrscheinlich, daß sie sich kurze Zeit darauf am Holze festsetzen und, in dasselbe nach und nach eindringend, ihre letzte Umwandlung bestehen. Ihr Lebenslauf scheint übrigens ein auffallend kurzer zu sein. Die Holzstücke, die Quatrefages im Oktober untersuchte, staken gewöhnlich ganz voll von Tieren. Später wurden diese seltener, und Ende Januar konnte sich der Forscher nur mit Mühe einzelne Tiere verschaffen. Man versicherte ihn auch, daß man nur im Sommer die „Würmer" in großer Anzahl im Holzwerk träfe, und daß sie im Winter fast alle abstürben. Quatrefages will daraus schließen, daß bei Teredo, wie bei manchen Insekten, der Fortbestand der Art nur durch einige Individuen gesichert ist, die den Unbilden der schlechten Jahreszeit widerstehen, und daß auch diese absterben, kurz nachdem sie Eier gelegt oder die Larven, welche die Mantelfalten einschließen, in Freiheit gesetzt haben.

Einen gefährlichen, seine Verbreitung und zerstörenden Wirkungen jedoch nicht hindernden Feind hat der Bohrwurm in einem Ringelwurm, Nereis fucata *Sav.* Die Larven dieses Raub-Anneliden leben mit den Teredo-Larven zusammen, und die reife Form findet man in den Röhren der Teredo. Sie frißt sich unter die Haut des letzteren ein und zehrt ihn allmählich auf.

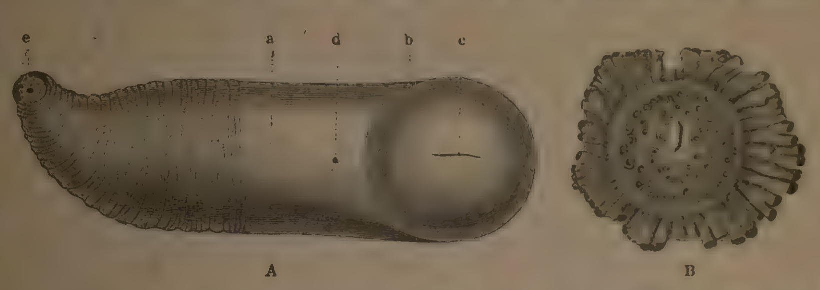
In der Familie der Gastrochänen werden einige teils durch Nesterbau, teils durch eigentümliche Kalkröhren ausgezeichnete Sippen vereinigt. So Gastrochaena *Spengl.* D

Gattung hat einen dicken, bis auf eine enge vordere Öffnung für den Austritt des Fußes ganz geschlossenen Mantel, der hinten in zwei ihrer ganzen Länge nach verwachsene Siphonen verlängert ist. Der Fuß ist sehr klein, spitz und trägt einen Byssus. Das Gehäuse ist gleichschalig, beinahe keilförmig dünn, auf der Bauchseite, namentlich nach vorn hin, stark klaffend und reicht zum Schutze der Weichteile des Tieres nicht aus. Einige Arten, wie Gastrochaena modiolina *Lam.* von der englischen Küste, leben in Felsspalten und verbinden kleine Steinchen und Muscheltrümmer zu einer Art von flaschenförmigem Nest, das die Schale gänzlich einschließt. Die Außenseite desselben ist rauh, die Innenseite glatt und besteht aus dünnen Lagen einer kalkigen Absonderung des Tieres. Das Nest ist ganz geschlossen bis auf die Mündung des Halses für die Siphonen. Mit dem Wachstum des Tieres wird auch das Nest vergrößert und dessen Hals verlängert. Dieselbe Art, von der hier die Rede ist, soll jedoch auch zugleich sich in weichere und härtere Felsen einbohren können, während andere Arten nur diese Gewohnheit haben und im Inneren von Muschelschalen, Korallen, Balanusmassen leben, wo sie sich mit einer unvollständigen Röhre umgeben. Auch Durchbohrungen von Austern kommen vor.



Gastrochaena modiolina *Lam.* a) Tier, etwas vergrößert, b) Nest, natürliche Größe.

Bei der anderen, ihr nahestehenden Gattung Clavagella *Lam.* ist die eine Schalenhälfte ganz mit einer kalkigen, keulenförmigen Röhre verwachsen, die andere ist frei in derselben. Diese Röhre steckt bald frei im Sande, bald ist sie in Korallen, Felsen, Balanusmassen festgewachsen. Das vordere Ende hat oft eine Spalte und offene kleine Röhrchen, das hintere Ende ist frei. Die Röhrchen werden durch fleischige, in unbestimmter Anzahl aus dem Mantel hervorwachsende Fäden abgesondert. Diese Tiere, von denen zwei Arten im Mittelmeere, die anderen in den Meeren der heißen Zone leben, bilden den Übergang zu der Gattung Siebmuschel (Aspergillum *Lam.*). Auf der beistehenden Abbildung ist A das aus der Röhre herausgenommene Tier, das von einem fast vollkommen geschlossenen, sackförmigen oder flaschenförmigen Mantel (a) eingehüllt ist. Unsere Figur zeigt diesen in einem sehr zusammengezogenen Zustande. Er geht vorn in eine Art Scheibe (b) über, in deren Mitte sich ein mit der Spalte des Gehäuses korrespondierender Schlitz (c) findet. Dicht dahinter ist eine punktförmige Öffnung (d) für das entsprechend kleine Fußende. Die hintere Hälfte des Mantels ist quer gerunzelt und endigt mit den beiden Siphonalöffnungen (e). Die dem Gehäuse der übrigen Muscheln entsprechenden Schalen sind bei Aspergillum sehr zurückgeblieben, ein Paar kleine Blätter, die in eine lange zylindrische oder nach hinten enger werdende und daselbst offene Kalkröhre eingewachsen sind. Das



A) Siebmuschel, Aspergillum vaginiferum *Lam.*, Tier ohne Röhre. B) Vorderende der Schale einer javanischen Siebmuschel. Natürliche Größe.

vordere Ende (B) bildet eine Scheibe, die eine Spalte in der Mitte und auf der Fläche und am Rande zahlreiche kleine, offene Röhrchen hat. Das nördlichste Vorkommen der Siebmuscheln ist das Rote Meer. Sie stecken mit ihrem Gehäuse senkrecht im Sande. Aus dem Vorhandensein der zweiklappigen Schale, die, obgleich der Röhre eingewachsen, doch immer ganz deutlich bleibt, kann man mit Sicherheit schließen, daß die jungen Tiere sich von dem Aussehen der übrigen, regelrecht gebauten Muscheln nicht entfernen werden.

Fünfte Ordnung: Verwachsenkiemer (Septibranchia).

Der für die Verwachsenkiemer charakteristische Schwund der Kiemen bis auf die durchbrochene Scheidewand (vgl. S. 515), die aus ihren untereinander und mit dem Mantel verwachsenen Basen gebildet ist, scheint eine Folge des Aufenthaltes in der Tiefsee zu sein, denn die Hauptgattungen, Cuspidaria *Nardo* und Poromya *Forb.*, steigen bis unter 5000 m hinab. Von ihren Lebensäußerungen wissen wir so gut wie nichts aus unmittelbarer Beobachtung. Wie es scheint, verstehen sich einzelne dadurch vor dem Einsinken in den lockeren Schlick zu bewahren, daß sie lange Byssusfäden spinnen und zu einer breiten, flachen Platte verkleben. Es versteht sich von selbst, daß ihre Nahrung nicht mehr pflanzlicher Natur sein kann, sondern daß ihnen das Atemwasser nur Tierisches bringt. Doch wäre es verkehrt, daraus einen Gegensatz zwischen pflanzlicher und tierischer Nahrung ableiten zu wollen.

Der Blick auf die Ernährung regt indes noch zu einigen Bemerkungen über eigenartig Züge an, die wir bei mehreren kleinen Formen, zum Teil unbestimmter Stellung, antreffen Es gibt auch unter den Muscheln mindestens einen echten Schmarotzer, nicht vorübergehend wie die Unioniden, sondern im ausgebildeten Zustand. Merkwürdigerweise ist die Beziehung dieselbe, die wir bei vielen Gastropoden antrafen, die zu den Stachelhäutern nämlich Voeltzkow fand die kleine Muschel, die er Entovalva mirabilis *Voeltzk.* nannte, im Schlund einer madagassischen Seewalze. Neueste Untersuchungen haben gezeigt, daß nicht gerade besondere Wunder sich mit ihrem inneren Bau verknüpfen. Die hauptsächlichste Abweichung vom normalen Bau liegt in dem Übergreifen der Mantelränder über die Schale, die als ähnlich verdeckt liegt wie bei einer Nacktschnecke.

Hier lassen sich einige kleine Formen von ziemlich unsicherer Stellung anschließen Dall, der verdiente amerikanische Weichtierforscher, nannte eine Muschel, deren Scha ebenfalls im Mantel steckt, Chamydoconcha *Dall;* hier scheint die Entwickelung zur Nackmuschel, wenn wir so sagen wollen, noch weiter gegangen, bis zum Schwunde der Schließmuskeln nämlich, so daß wir hier ein ähnliches Verhalten wie bei gewissen Nacktschnecke finden, deren Schalenreste den festen Zusammenhang mit dem Spindelmuskel aufgegeben haben. Scintilla *Desh.* und Galeomma *Turt.* stellen eine Art Übergang dar, indem d Mantelränder die Schale nur zur Hälfte bedecken. Scintilla kriecht lebhaft an glatte Flächen, etwa am Glas, wie eine Schnecke, Galeomma breitet beim Kriechen die beide Klappen flach auseinander.

In der Ernährung schließt sich Montacuta substriata *Mont.* an Entovalva i sofern an, als sie sich an Seeigel anheftet, während andere Arten im Sand oder in leere Schalen hausen. Jene ist wohl als Tischgenosse anzusehen, der von den Speiseabfälle des Wirtes lebt. Solche Genossen sind auch die Arten von Vulsella *Lam.* in dem wasser- u

nahrungdurchströmten Röhrensystem von Spongien, sowie Lepton longipes *Stps.* in den Gängen von Röhrenwürmern und Krustern, während die übrigen Lepton-Arten frei leben und sehr beweglich sind, gelegentlich wohl selbst am Wasserspiegel hängen.

Fünfte Klasse:

Kopffüßer (Cephalopoda).

Zu den unauslöschlichen Eindrücken einer italienischen Reise gehört nicht nur der erste Anblick der Florentiner Bauten, des Kolosseums, des Vesuvs im Hintergrunde des Neapler Golfes, der Totenstadt Pompeji und der Tempelruinen von Pästum — auch der erste Besuch eines größeren italienischen Fischmarktes, wie er täglich in Genua, Livorno, Neapel usw. abgehalten wird, hat etwas Überwältigendes. Da sind sie angehäuft, die Schätze des Meeres, auf Reihen von Tischen, hinter denen die Verkäufer mit betäubendem Geschrei ihre Ware anpreisen. Alles ist geordnet nach Größe und Gattung. Neben den Buden, in denen die feineren Speisefische feilgeboten werden, befinden sich die Fleischbänke für die Thunfische. Weiterhin folgen die Stände, wo Rochen und Haie für die minder verwöhnten Gaumen ausliegen. Aber wir verweilen heute nicht bei den zum Teil sehr schön gefärbten Fischen, eilen auch an den vielen Körben der Verkäuferinnen von Muscheln, Schnecken und anderen „frutti di mare“ vorüber und halten bei ein paar Tischen, von denen uns eine ganz fremdartige Ware entgegenglänzt. „Calamari! Calamari! O che bei Calamari! Seppe! Seppe! Delicatissime Sepiole!“ so dröhnen die unermüdlichen Stentorstimmen in unser Ohr. Schon hat einer der Schreier uns ins Auge gefaßt und unser Interesse wahrgenommen. Wir treten heran, und der Fischer hebt einen fußlangen Calamaro an den schlanken Armen empor. „È tutto fresco!“ Und um zu beweisen, daß das Tier, wenn auch nicht mehr ganz, so doch noch halb lebendig ist, versetzt er ihm mit der Messerspitze einen leisen Stich. Was war das? Wie ein Blitz fuhr ein Farbengewölk von Gelb und Violett über die auf weißem Grunde regenbogenfarbig schillernde und fein gefleckte Haut hin. Während wir diesem wundervollen Farbenspiele noch mit Interesse folgen, wendet sich der Händler einem anderen Teile seiner Ware, den Sepien, zu. Aus einem Fasse nimmt er Stück für Stück heraus, löst mit einem Schnitte den weißglänzenden Rückenschulp aus, entfernt, mit geschickter Hand das sackförmige Wesen umkrempelnd, die unschmackhaften Teile der Eingeweide mitsamt dem Tintenbeutel, spült das so ausgenommene Tier gründlich ab und legt es auf den Verkaufstisch. Wir sind längst als Fremde erkannt und müssen die ausgewählten Stücke ungefähr mit dem vierfachen Marktpreise bezahlen. Wer Glück und ein Auge dafür hat, kann auf einem solchen Fischmarkte zuweilen auch sehr seltene Kopffüßer finden; besonders der Markt von Messina (und in Japan der von Tokio) ist eine reiche Fundgrube der prächtigsten Formen. Noch mehr ist der Besuch eines der zahlreichen Mittelmeeraquarien, insbesondere des neapolitanischen, zu empfehlen, um diese merkwürdigen Tiere auch lebend in Augenschein nehmen zu können. Denn kein Lebewesen — mit Ausnahme der Schlange vielleicht — ist mit einer solchen Fülle von Sagen umwoben wie gerade der Tintenfisch. Auch fanden die Kopffüßer bereits im Altertum ein großes wissenschaftliches Interesse. Schon Aristoteles erkannte in ihnen eine scharf umschriebene Gruppe, die er als Malakia in sein Tiersystem einführte.

Wer sich eingehender mit den Tintenfischen, mit welchem nicht recht zutreffenden Namen man diese Weichtiere gewöhnlich bezeichnet, befassen will, benutzt am besten die

vortrefflichen Arbeiten von Vérany und Jatta, von denen die im Mittelmeere vorkommenden Kopffüßer nach jahrelangen Beobachtungen beschrieben und in meisterhafter Weise farbig abgebildet wurden. Für die systematische Übersicht der ganzen Klasse kommen namentlich noch die umfangreichen und trefflich illustrierten Zusammenstellungen von Hoyle, Chun, Pfeffer und anderen in Betracht. Eine umfassende anatomische Bearbeitung steht noch aus, wird aber für die nächste Zeit von Naef erwartet.

Über den Körperbau und die innere Organisation der Kopffüßer unterrichten wir uns hier kurz an der kleinen Sepiola rondeletii *Leach* (s. die nebenstehende Abbildung) und an der gemeinen Sepia (s. die Tafel bei S. 585). Den Namen haben diese Weichtiere davon, daß ihr Körper deutlicher als bei den übrigen in Rumpf und Kopf zerfällt, und daß an letzterem ein Kranz von Anhängen steht, die als Greif- und Bewegungsorgane gebraucht werden. Der Rumpf ist vom Mantel umgeben, der an der Rückenseite entweder in breiter Front unmittelbar in die Hautbedeckungen des Kopfes übergeht oder scharf abgesetzt ist, so daß es zur Bildung eines Nackens kommt, der meist durch knorpelige Leisten versteift wird. Der Mantel ist in vielen Fällen sackförmig, zeigt bei den schnellschwimmenden Arten aber häufig torpedo- oder kegelförmige Gestalt. Am Bauche bildet der Mantel einen offenen Beutel, aus dem das spitze Ende eines konischen Rohres, des Trichters, herausragt. (Es mag erwähnt werden, daß die hier durchgängig gebrauchten Bezeichnungen „Rücken“ und „Bauch“, „vorn“ und „hinten“, „oben“ und „unten“ usw. nicht buchstäblich zu verstehen sind, d. h. mit den gleichnamigen Begriffen bei Wirbeltieren nichts gemein haben. Man verwendet sie vielmehr nur zur physiologischen Orientierung. Wendet man auf den Bau der Cephalopoden richtiger das allgemeine Schema des Weichtierbaus an, so hat, wie schon der Altmeister Leuckart erkannte, die Spitze des Eingeweidesacks als oberes Ende zu gelten. Ihr gegenüber liegt unten der die Mundöffnung umgebende Armkranz. Die Seite, die den Trichter trägt, ist die morphologische Hinterseite, während der „Rücken“ genau genommen die Vorderseite darstellt.) Alle bis jetzt erwähnten Körperteile erheischen eine nähere Betrachtung, da auf ihren Abweichungen zum Teil die Eigentümlichkeiten der verschiedenen Gruppen und Gattungen unserer Klasse beruhen.



Sepiola rondeletii *Leach*. von der Rückenseite.
Sehr großes Exemplar in natürlicher Größe.

Die den Mund umgebenden Arme sind von fester, kräftiger Beschaffenheit, äußerst muskulös, dehnbar und sehr beweglich; ihr Spiel gleicht bei manchen Formen (z. B. Polypus, s. S. 592) den Windungen eines Haufens miteinander verflochtener Schlangen. Bei allen Kopffüßern der Jetztzeit, mit Ausnahme des Nautilus, sind sie in ihrer ganzen Länge an der Innenseite mit Saugnäpfen besetzt, deren Zweck hauptsächlich darin besteht

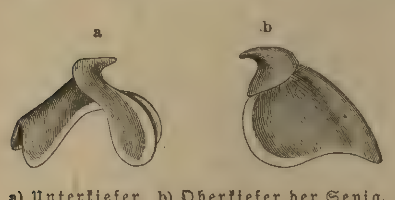
Beutetiere festzuhalten; bei einigen Formen vermitteln sie auch die Fortbewegung durch Kriechen; bei anderen dienen sie zur Verankerung an festen Gegenständen.

Die Saugnäpfe stehen in einer, zwei oder mehr Reihen und sind von becherförmiger Gestalt. Sie sind mit einem komplizierten Muskelapparat ausgerüstet, und eine feine Innervierung verleiht jedem einzelnen von ihnen einen hohen Grad von Selbständigkeit. Über die Wirkung dieser Haftorgane machen wir uns am besten ein Bild an Hand der Schilderung W. Th. Meyers. „Soll der Saugnapf", so sagt er, „an irgendeiner Fläche, der Schuppenhaut eines Fisches, dem Panzer eines Krebses oder an einem Felsen befestigt werden, so wird sein Innenraum durch Kontraktion der Ring- und Meridionalmuskeln, wobei sich der Boden stempelförmig in die Saugöffnung vorschiebt, möglichst verkleinert. Der Rand des Saugnapfes wird abgeflacht und dicht an die Fläche gepreßt; die Abdichtung geschieht durch die Kontraktion der Ringmuskeln in der Hautfalte um den Saugnapfrand. Bei der nun erfolgenden Erweiterung des Bechers erschlaffen alle eben genannten Muskeln mit Ausnahme der Ringfalte; dafür treten die Muskeln zwischen Arm und Saugnapf ins Spiel, die das Volumen des Saugnapfes durch Zug an der Außenwand vergrößern." Durch diese Vergrößerung wird der Druck im Inneren des Saugraumes erheblich herabgesetzt. Das umgebende Wasser drückt von außen dagegen und preßt so den Saugnapf fest gegen die Unterlage. Es erfordert eine ziemliche Anstrengung, ein lebendfrisches Tier, das sich festgesaugt hat, frei zu bekommen. Häufig reißt man ihm dabei einzelne dieser Organe aus; oft läßt es sogar eher den ganzen Arm als den ergriffenen Gegenstand fahren. Die Saugnäpfe können sitzen, d. h. ihre Muskulatur geht ohne merkliche Einschnürung in die des Armes über, oder es kommt zur Bildung eines dünnen Muskelstieles, der den Napf trägt. Die auskleidende Haut des Napfrandes scheidet eine derbe Kutikula ab, die bei vielen Formen verhornt und einen kräftigen, für die einzelnen Arten charakteristisch gezähnten Konchinring bildet. Eine merkwürdige Umbildung solcher Ringe stellen auch die Haken dar, die bei Vertretern mehrerer Familien anstatt eines Teiles der Saugnäpfe auftreten. Bei einer Gruppe findet man außen und innen neben den einreihig angeordneten Saugern und mit ihnen abwechselnd noch fadenförmige Anhänge, sogenannte Cirren, die zurückgezogen werden können und offenbar der Wahrnehmung von Berührungsreizen dienen.

Die Arme stehen vollkommen symmetrisch, und man zählt sie vom Rücken aus, indem man vom ersten, zweiten, dritten und vierten Paare spricht, welch letzteres rechts und links neben der Mittellinie der Unterseite sich befindet. Die Paare sind untereinander meist verschieden lang; gelegentlich zeichnet sich ein Arm durch besondere Kürze aus (Hektokotylus der Polypodiden, s. S. 616). Am Grunde sind die Arme durch eine Hautduplikatur miteinander verbunden, die sich bei einigen Arten sogar fast bis zur Spitze der Arme erstreckt (s. Tafel „Weichtiere V", 1, bei S. 610). Diese Umbrella genannte Haut dient, wie es scheint, vorzugsweise dazu, über der von den Armen umstrickten Beute eine allseitig schließende Hülle zu bilden. Wo die Umbrella stark entwickelt ist, kommt ihr sicher auch eine nicht zu unterschätzende Bedeutung bei der Fortbewegung durch Rückstoß zu (s. unten, S. 582). Auch an ihrer Außenseite sind die Arme vielfach mit besonderen Vorrichtungen ausgestattet. „Schwimmsäume" nennt man unpaare, von Muskulatur durchsetzte Hautblätter, die besonders häufig an den Baucharmen auftreten und als eine Art Steuer beim Schwimmen dienen. „Schutzsäume" hingegen sind die paarig neben den äußeren Saugnapfreihen längslaufenden Hautleisten; sie sollen verhindern, daß beim schnellen Schwimmen Wasser zwischen den Armen einströmt, was hemmend auf die Bewegung einwirken würde.

Die bis jetzt beschriebenen Arme sind in der Achtzahl vorhanden, ein Verhalten, da
für die **Oktopoden** charakteristisch ist. Bei den **Dekapoden** hingegen, zu denen unte
anderen auch Sepiola und Sepia gehören, tritt noch ein fünftes Armpaar hinzu, links un
rechts je eine saugnapfbewehrte Keule an langem Stiel. Diese **Tentakel** entspringen zw
schen den dritten und vierten Armen, sind ganz oder teilweise in geräumige Taschen an de
Armbasis zurückziehbar und können daraus lassoartig vorgeschleudert werden, um ein Beut
tier zu fassen und heranzuziehen (s. die Farbentafel bei S. 604, oben). Ebenso wie an de
Armen kann auch an den Tentakeln ein Teil der Saugnäpfe in Haken umgewandelt sei
(s. Tafel „Weichtiere V, 3 u. 4, bei S. 611). Schwimm- und Schutzsäume kommen eben
falls vor, außerdem aber noch besondere Apparate, wie Haftgruben, Haftknöpfchen usw
Einzelne Saugnäpfe finden sich übrigens häufig auch auf dem Tentakelstiel.

Nachträglich haben einige pelagische Dekapoden (Octopodoteuthis *Rüpp.*, Leachia *Les*
ihre Tentakel verloren, sind also eigentlich „Achtfüßer". Die häufig wiederkehrende Ansic
aber, die in den Oktopoden einfach der Tentakel verlustig gegangene Dekapoden erblick
möchte, wird durch die Entwicklungsgeschichte widerlegt, die dartut, daß die Tentakel d
Dekapoden dem dritten Armpaare der Achtfüßer en
sprechen. Sie lehrt ferner, daß bei den letzteren d
Anlage des obersten (ersten) Armpaares im Embry
nalleben unterbleibt. Über den Armapparat von Na
tilus, der wesentlich andere Verhältnisse zeigt, w
wohl er aus den gleichen Elementen aufgebaut i
wird im speziellen Teile berichtet werden.



a) Unterkiefer, b) Oberkiefer der Sepia. Natürliche Größe.

Breitet man die Arme auseinander, so kom
gerade in der Mitte des von ihnen gebildeten Schirmes die **Mundöffnung** zum V
schein. Sie ist von einer doppelten Ringlippe umgeben. Zwischen ihr und den Arm
befindet sich bei den zehnfüßigen Cephalopoden noch der sogenannte **Bukkaltrichter**, e
merkwürdiges, offenbar in Rückbildung begriffenes Organ. Seine zuweilen noch mit ru
mentären Saugnäpfen besetzten Zipfel, häufig auch Bukkalpfeiler genannt, stellen sic
den letzten Rest eines inneren Armkranzes dar, eine Tatsache, die für die Stammesgeschic
der Kopffüßer von größter Bedeutung ist. Durch kräftige, meist in der Siebenzahl vorh
dene Muskelbrücken, deren Ausbildung systematisch wertvolle Aufschlüsse liefert, ist d
Bukkaltrichter an die Arme geheftet.

Im Zentrum dieses Trichters befindet sich, wie schon erwähnt, der Mund. Se
Lage wird durch zwei mächtige, schwarzbraune **Kiefer** von der Gestalt eines umgekehr
Papageischnabels bezeichnet. Der Raubtiernatur unserer Tiere entsprechend sind sie gr
fest, spitz und scharf. Der Unterkiefer (a in der obenstehenden Abbildung) ist breiter u
überschneidet den Oberkiefer b, der beim Schließen des Mundes zwischen die Seitenblät
jenes hineingleitet. Diese flügelartigen Fortsätze der Kiefer bieten der reich entwickelten K
muskulatur, die einen annähernd kugeligen Schlundkopf bildet, breite Ansatzflächen. D
Tiere sind imstande, mit ihrem Schnabel den Kopf größerer Fische bis zum Gehirn zu du
beißen und harte Muschelschalen aufzuknacken.

Die kräftige **Radula**, die bei einigen grundbewohnenden Tiefseeformen verlor
gegangen ist, entspricht am ehesten der der Bandzüngler unter den Gastropoden. Auch
läßt sich gelegentlich für die Systematik verwerten. In den vordersten Abschnitt des Spe
rohrs münden die Ausführgänge von zwei Paar **Speicheldrüsen**, von denen die größe

hinter dem Kopfe liegen, besser als Giftdrüsen zu bezeichnen sind und gelegentlich verschmelzen oder ganz fehlen. Auch noch eine fünfte Vorderdarmdrüse mit unsicherer Funktion mündet nahe der Radula in die Speiseröhre. Diese ist verhältnismäßig lang und dünn; zuweilen zeigt sie jedoch eine kropfartige Erweiterung. Etwa in der Leibesmitte erweitert sich der Vorderdarm zu einem muskulösen Kaumagen, der die Zerschrotung der Nahrung besorgt. Ein enger Pförtner verhindert den Übertritt fester Bestandteile in den sogenannten Spiralmagen, einen drüsenreichen Blindsack, der durch paarige „Pankreas"-Gänge mit der großen Mitteldarmdrüse („Leber") in Verbindung steht. Diese wird auch stets paarig angelegt, verschmilzt bei vielen Formen aber zu einem einzigen großen Körper von meist eiförmiger Gestalt. In der „Leber" und im Spiralmagen findet die eigentliche Verarbeitung und Aufsaugung des Speisebreis statt; doch ist die Ernährungsphysiologie der Cephalopoden noch nicht in allen Einzelheiten klargestellt. Feste Substanzen gelangen vom Muskelmagen direkt, d. h. ohne den Spiralmagen zu durchlaufen, in den Enddarm. Er ist kürzer als die Speiseröhre und führt an der Bauchseite innerhalb des Mantels nach vorn; wir werden ihm bei der Besprechung des Tintenbeutels (s. S. 584) noch einmal begegnen.

Nunmehr wenden wir uns wieder der Beschreibung der allgemeinen Körperform zu. Unterhalb des Kranzes der Arme ist der Kopf an beiden Seiten und etwas mehr nach oben zu ein wenig aufgetrieben. Es ist die Stelle, an der im Inneren eine Art knorpeliger Hirnschale und als deren unmittelbare Fortsetzungen die napfförmigen Augenkapseln (Orbitae) liegen. Die Augen sind außerordentlich groß, und zwar nicht nur im Verhältnis zum Körper, sondern auch an sich. Bei Riesentintenfischen z. B. sind sie bei einem Durchmesser von annähernd 40 cm die größten optischen Organe, die man kennt. „In der Vollständigkeit des Baues und der feststellbaren Leistungen läßt sich das Auge der Tintenfische sehr wohl mit dem der Säugetiere vergleichen, mit dem es auf den ersten Blick eine große Ähnlichkeit zeigt. Aber Gleichheit der Leistungen bedeutet noch nicht Gleichheit im Aufbau; scheinbar übereinstimmend gebaute Organe können ganz verschiedenen Ursprung haben. So zeigt denn auch hier die Entwickelungsgeschichte, daß die Augen von Wirbeltieren und Tintenfischen nicht näher miteinander verwandt sind, entsprechend der Kluft zwischen beiden Gruppen, und daß die Übereinstimmung nur eine Konvergenz ist." (W. Th. Meyer.) Dem Hauptunterschiede beider Augentypen begegnen wir bei der Betrachtung der Netzhaut. Ihre Stäbchenzellen (beiläufig bemerkt bei Sepia etwa 70 Millionen nach Hesse) sind bei den Cephalopoden nicht hirnwärts wie bei der Wirbeltierretina, sondern linsenwärts gerichtet, ein Zustand, der daran erinnert, daß das Kopffüßerauge aus einem einfachen, becherförmigen, lichtwahrnehmenden Organ hervorgegangen ist, wie wir es beinahe unverändert noch bei Nautilus (s. S. 589) und bei manchen Schnecken (s. S. 417) antreffen. Vom Wirbeltierauge unterscheidet sich das Auge der Kopffüßer noch bemerkenswert durch die keiner Formveränderung fähige, zweiteilige Linse, die an ihrer Vorderseite frei vom Seewasser umspült wird. An ihrer Peripherie bildet die Haut des Augapfels eine ringförmige Duplikatur, den Ziliarring, und weiter außen noch eine Regenbogenhaut, Iris, deren Öffnung, die Pupille, erweitert und verengert werden kann. Dazu kommen bei den Oktopoden ferner halbmondförmige Augenlider, die zum Schutze der Linse dienen. Bei den Dekapoden wird die Haut, die den Lidern entspricht, zur durchsichtigen Hornhaut; und zwar schließt sie sich bei den Myopsiden bis auf ein enges Loch („Tränenloch"), durch das Seewasser eintritt, während die Ögopsiden eine weite Augenöffnung haben. Die naheliegende Deutung, daß die Ögopsiden im freien Meere leben, wo eine Veranlassung zu besonderem

Schutze des Auges wegfällt, die Myopsiden dagegen und besonders die Oktopoden meh an feste Unterlage und Berührung mit dem Boden gebunden sind, wird im großen un ganzen durch die Lebensweise bestätigt. — Innerhalb seiner Kapsel ist der Augapfel z geringfügiger Bewegung nach verschiedenen Seiten befähigt. In seine bekleidende Hau sind silberglänzende, fluoreszierende Flitterzellen, Iridozyten, eingelagert, die dem Aug ein unheimliches Feuer verleihen, das durch Tapetum-ähnliche Einrichtungen im Augen innern noch erhöht wird.

Schräg unterhalb der Augen befinden sich die Statozysten, fälschlich auch Ohrkapsel genannt. Bei der vielseitigen Beweglichkeit der Cephalopoden zeigen auch diese Gleich gewichtsorgane eine besondere Entwickelungshöhe. Ihre operative Entfernung ru schwere Bewegungsstörungen hervor. Besondere Geruchs- und Geschmackswerkzeug an den Seiten des Kopfes unweit des Trichters bzw. im Munde sind wohl vorhanden, inde unbedeutend und in ihren Reaktionen wenig gesichert. Da die Geruchsorgane häufig a Eingange zur Mantelhöhle liegen, so geht man wohl nicht fehl, in ihnen Vorrichtunge zur Prüfung des Atemwassers zu erblicken.

Der nervöse Schlundring besteht bei Nautilus zum guten Teil noch aus Mar strängen, wie bei Amphineuren und altertümlichen Gastropoden. Bei den übrigen Ceph lopoden hingegen ist er hochentwickelt und sehr stark konzentriert. Cerebral-, Viszeral- ur Pedalganglien sind zu einer untrennbaren Masse verschmolzen; von letzteren haben sich d Armzentren (Brachialganglien) abgegliedert und sind nach vorn gerückt. Rechts und lin des eigentlichen Hirns liegen ferner die mächtigen Augenganglien. Den überaus kräftig Mantelnerven sind vor ihrer Aufspaltung beim Eintritt in den Mantel besondere Gangli eingelagert, die wegen ihres strahligen Baues Sternganglien genannt werden.

Ehe wir zur Beschreibung des Rumpfes übergehen, muß noch ein merkwürdiges O gan, der Trichter, genauer betrachtet werden. Wie schon erwähnt, stellt er ein mäß langes, kegelförmiges Rohr dar, das sich an seinem spitzen Ende etwa auf der Höhe der Kop mitte öffnet und an seiner breiten Seite mit flügelartigen Fortsätzen ein Stück in die Mant höhle hineinragt. Diese können in recht verschiedener Ausdehnung mit dem Mantel ve wachsen sein; bei einigen Formen fast ganz, bei anderen so gut wie gar nicht. Das T macht vom Trichter einen sehr wichtigen und vielseitigen Gebrauch. Zunächst dient er Ausstoßrohr für Fäkalien und Atemwasser, das durch die Mantelspalte zu den weiter unt zu besprechenden Kiemen (S. 584) einströmte. Der Trichter ist aber auch das wichtigste Fo bewegungsorgan der Cephalopoden; sie bedienen sich seiner folgendermaßen: indem Mantelsack durch Entfernung seiner Wand vom Leibe geöffnet wird, tritt Wasser in dess Höhlung ein. Darauf wird der Mantelrand erst wieder fest gegen den Trichter gepreßt, w bei knorpelige Knöpfe des Mantels (Kn_1 auf der Tafel bei S. 585) in entsprechende V tiefungen (Kn_2) auf den erwähnten Trichterfortsätzen passen, eine Einrichtung übrige die nicht allen Kopffüßern zukommt (Mantelschließapparat). Wird dann das in Mantelhöhle befindliche Wasser mit großer Kraft ruckweise aus dem verhältnismäßig en Trichterrohr ausgestoßen, so wird ein gewaltiger Druck auf das umgebende Wasser a geübt. Dieser genügt, um die schlankeren Formen mit pfeilartiger Geschwindigkeit, das Hint ende voran, schwimmen zu lassen. Manche Tintenfische verstehen sogar mit derselben V richtung vorwärts zu schwimmen, indem sie das Vorderende des Trichters umbiegen u den Wasserstrom nach hinten ausstoßen. Durch eine bei den Dekapoden auftretende Trich klappe kann dieses Rohr beliebig verengert und geschlossen werden. Bei schnell schwimmen

Formen (viele Ögopsiden) zeigt der Kopf eine Vertiefung, die Fovea, in die der Trichter gerade hineinpaßt. Der Zweck dieser Grube besteht offenbar darin, dieses vom Körper abstehende Organ dem Rumpfe möglichst zu nähern, um den von ihm ausgeübten Widerstand aufzuheben. Im Inneren des Trichters befindet sich noch ein drüsiges Gebilde, das häufig mit der Fußdrüse anderer Weichtiere verglichen wird. Es hat eine für die verschiedenen Arten charakteristische Form und wird deshalb gelegentlich auch zur systematischen Unterscheidung herangezogen. Bei Polypus (s. S. 592) stellt das Trichterorgan ein W förmiges Band dar, während es bei Sepia aus vier einzelnen Drüsenfeldern besteht. Bei einigen Tiefseeformen macht sich eine deutliche Rückbildung des Trichterapparates geltend. Wie schon angedeutet, übernimmt in diesem Falle die zwischen den Armen ausgespannte Umbrella (s. S. 602) die Fortbewegung durch Rückstoß.

Entwickelungsgeschichte und vergleichende Anatomie lehren, daß der Trichter einem Teile des Fußes der übrigen Weichtiere entspricht. Wir sahen, daß sich bereits bei einigen grabenden Gastropoden die Fußsohle rinnenförmig zusammenbiegt. Auch der Trichter des Nautilus (S in der Abbildung auf S. 588) ist noch eine offene Rinne, deren Ränder sich unten übereinanderlegen. Die übrigen Cephalopoden durchlaufen in ihrer Entwickelung auch dieses Stadium der offenen Trichterrinne; später erst verwachsen deren Ränder. Daß der Trichter ein Teil des Molluskenfußes ist, geht auch aus seiner Innervierung von den Fußganglien aus hervor. Entwickelungsgeschichtlich läßt sich ferner zeigen, daß der Trichter nur dem hinteren und seine Klappe dem mittleren Teile des Fußes entspricht. Der vordere Fußabschnitt macht, um auch das zu erwähnen, eine noch auffallendere Umwandlung durch; aus ihm entsteht nämlich der Armkranz (s. S. 578). Trichter, Trichterklappe und Arme entsprechen also ihrer Entstehung nach den drei Teilen des ursprünglichen Weichtierfußes.

Die Rückenseite des Rumpfes zeigt äußerlich keine Besonderheiten. Unter der Haut dagegen finden wir bei Sepia eine Schale, den sogenannten Rückenschulp, ein ovales, kalkiges Gebilde von kompliziertem Bau (Abb., S. 604). Die Kalkschale des Posthörnchens, Spirula (s. S. 609), ist, wie schon der Name sagt, spiralig aufgewunden. Bei anderen Dekapoden treffen wir hornige, schwertförmige Kiele an, die den Rücken in ganzer Länge durchziehen und dem häufig sehr langen Rumpfe den nötigen Halt geben. Da dieser Federkiel beinahe für jede Art abweichend gestaltet ist, so gibt er, wenn vorhanden, das beste Merkmal für die systematische Unterscheidung ab. Wiederholt werden wir auch auf äußere Schalen stoßen, deren Beschreibung wir uns hier jedoch sparen. Wir bemerken aber jetzt schon, daß mindestens Schalenreste, sei es auch nur als dünne Knorpel- oder Konchinstäbchen, fast immer vorhanden zu sein scheinen; von Appellöf wurden sie selbst für Polypus nachgewiesen.

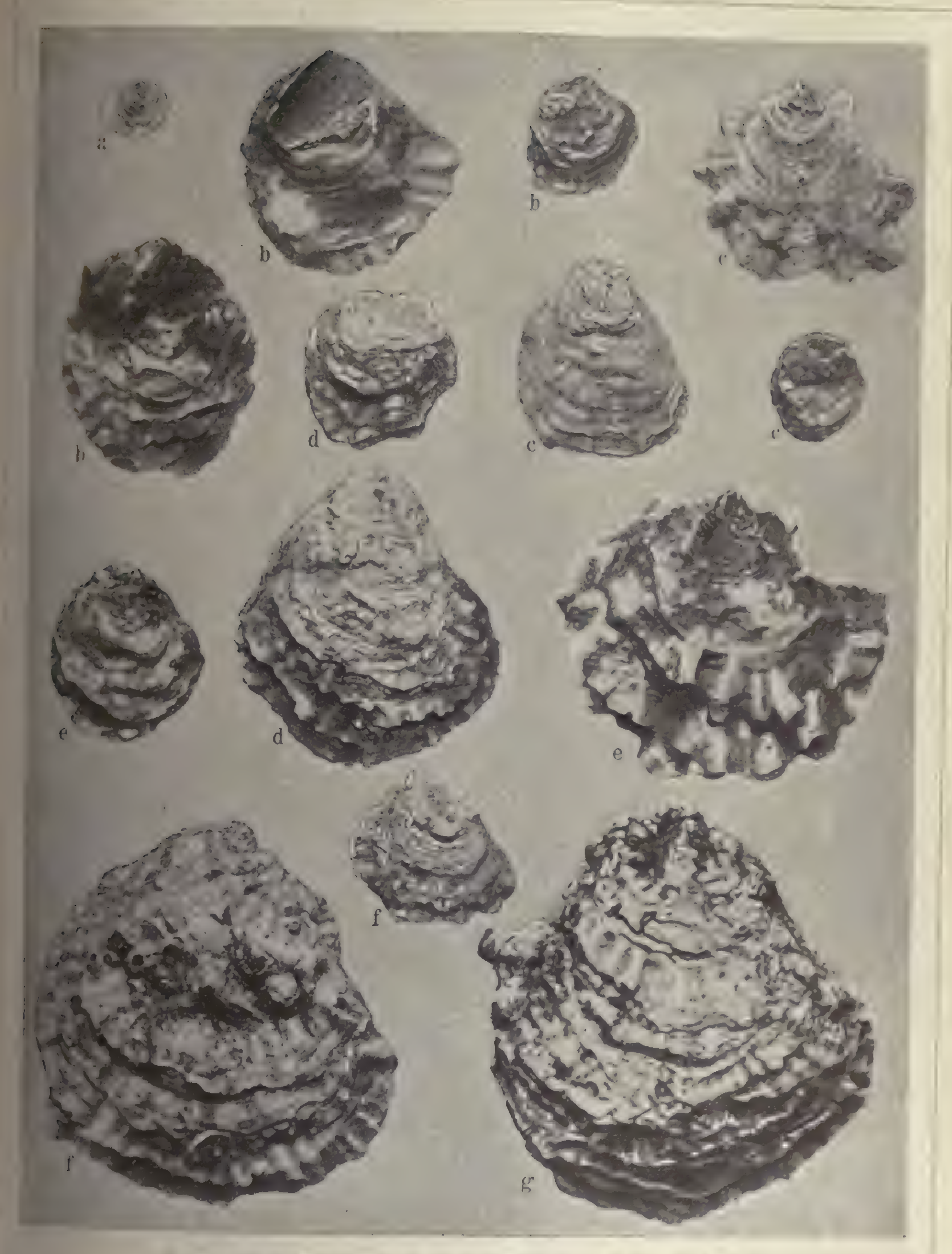
Sepiola trägt an den Rumpfseiten, dem Rücken genähert, ein Paar blattförmige, abgerundete Flossen; Sepia ein Paar schmale und langgestreckte Hautsäume (Fl auf der Tafel bei S. 585). Flossen sind bei Cephalopoden überhaupt sehr weit verbreitet; bei allen Zehnfüßern und bei einem Teile der Oktopoden treffen wir sie an. Meist sind sie endständig und bilden zusammen eine etwa rhomboide Figur (Abb., S. 607). Bei Thysanoteuthis *Trosch.* befinden sich die vorderen Anheftungspunkte der Flossen fast unmittelbar hinter der Mantelspalte. Sehr langgestreckte, hinten in einen Zipfel ausgezogene Formen haben neben den rundlichen Flossen oft noch wellige Hautsäume, die bis zur Leibesspitze reichen.

Wir sahen, daß bei den Kopffüßern die Fortbewegung in der Hauptsache durch den aus Mantel und Trichter gebildeten Apparat bewerkstelligt wird. Es gibt einige Gattungen (z. B. Tremoctopus *Chiaje*), die eine ausschließlich pelagische Lebensweise führen, aber keine

Flossen besitzen. Schnelle Schwimmer legen bei der Fortbewegung durch Rückstoß ihre Flossen sogar fest an den Rumpf an. Daraus ergibt sich, daß die Flossen nur von untergeordneter Bedeutung für das Schwimmen sein können. Sie dienen vielmehr besonders als Steuer- und Stabilisationswerkzeuge. Sepia benutzt sie auch zum Graben, indem sie mit ihrer Hilfe — ähnlich wie die Schollen — Sand über den Rücken wirft (s. die Farbentafel bei S. 604, unten). Der Flossen wichtigste Aufgabe besteht aber darin, im Verein mit dem Trichter dem Tiere ein Auf- und Absteigen in schräger Richtung zu ermöglichen. Und zwar geschieht das Steigen meist mit dem Hinterende, das Absteigen fast stets mit dem Kopfe voran (V. Bauer). Wenn Hochseetintenfische langsam schwimmen, übernehmen die Flossen allerdings zuweilen ausschließlich die Fortbewegung. Dort, wo der Trichter- und Mantelapparat zurückgebildet ist, sind dafür die Flossen und besonders deren Muskulatur höher ausgebildet.

Und nun nochmals zurück zur Bauchseite. Der Trichter führte uns in den Mantelsack oder besser in die Kiemenhöhle. Um ihr Inneres, den Pallealkomplex, zu übersehen, öffnen wir sie, indem wir die Mantelmuskulatur in der Mittellinie aufschneiden und die Schnittränder auseinanderlegen (Sch, Sch_1, s. die Tafel). Da erblicken wir folgendes: In den Trichter (Tr) ragt der meist mit Afterklappen versehene Enddarm (An). Neben ihm liegen weiter hinten die Nierenpapillen (N); sie sind vielfach schornsteinförmig ausgezogen und führen in die paarig angelegten, in der Mitte oft miteinander in Verbindung stehenden Harnsäcke (H). Die sie durchziehenden Venen sind mit baumähnlich verzweigten Anhängen versehen, die die Abscheidung der Harnprodukte aus dem Blute besorgen. Unter dem Enddarm läuft die große Kopfvene nach hinten, rechts von ihm der sich nach hinten erweiternde Ausführungsgang des an seiner schillernden Färbung kenntlichen Tintenbeutels (T), des Behälters einer Drüse, die eine schwarzbraune Masse absondert. Diese wird willkürlich durch den After entleert, und eine kleine Menge genügt, um das Tier in eine dunkle Wolke zu hüllen und so den Blicken seiner Verfolger zu entziehen. Es versteht sich, daß der Name „Tintenschnecken", fälschlich auch „Tintenfische", hiervon herrührt. In der Malerei ist dieser Stoff als „Sepia" bekannt. Er ist selbst von vorweltlichen Arten erhalten.

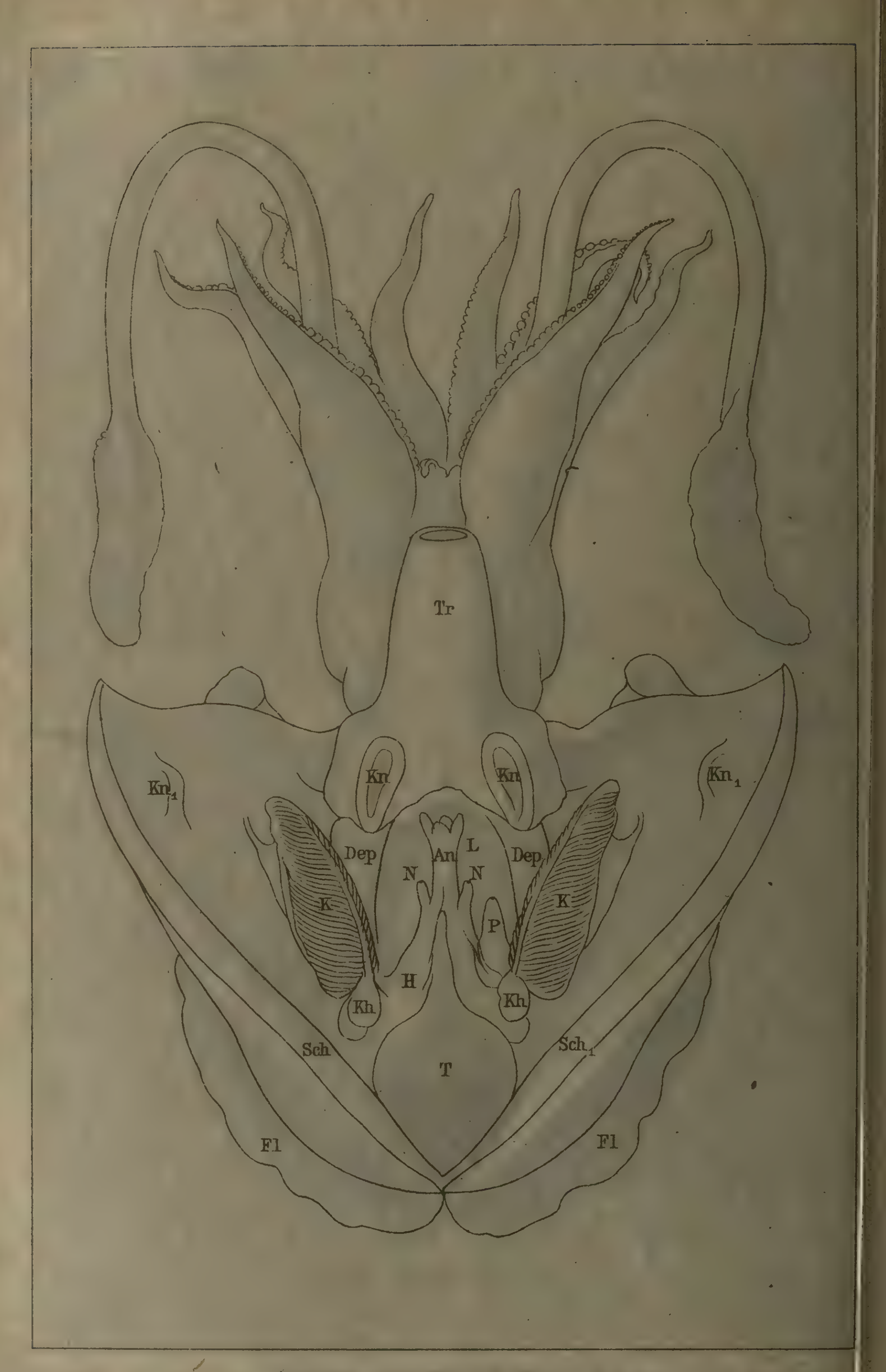
Die beiden kräftigen Muskelsäulen (Dep) sind die Herabzieher des Trichters, die die „Leber" (L) gewissermaßen einrahmen. Neben ihnen liegen an den Seiten des Eingeweidesacks die federähnlichen Kiemen (K); sie sind mit einem Bande, dem eine merkwürdige, meist Kiemenmilz genannte Blutdrüse eingelagert ist, an der Mantelinnenseite befestigt. Am Grunde der Kiemen schimmern die Kiemenherzen (Kh) durch die Bauchwand hindurch. Sie sind drüsige Erweiterungen der zuführenden Kiemengefäße und haben ebenfalls an der Exkretion einen hervorragenden Anteil. Aus den Kiemen läuft das arterialisierte Blut in das große Herz, das etwa in der Mittellinie zwischen ihren Basen verborgen liegt. Durch zwei oder drei Aorten wird von dort das Blut in Umlauf gesetzt. Bei den Vierkiemern, Tetrabranchiata, würden wir hier jederseits zwei Kiemen, zwei Nierenpapillen und entsprechend viel Gefäße antreffen. Das Tintenorgan und die Kiemenherzen fehlen ihnen. Hierher gehört ausschließlich die schon häufig erwähnte, artenarme Gattung Nautilus (s. S. 588); die weitaus größte Zahl der jetzt lebenden Kopffüßer besitzt aber nur zwei Kiemen und wird deshalb seit Owen zur Ordnung der Dibranchiata zusammengefaßt. Auf unserer Tafel sehen wir noch die Mündung des männlichen Geschlechtsweges (P), die zwar als Penis bezeichnet, aber nicht als solcher benutzt wird (vgl. S. 614). Beim Weibchen würde an gleicher Stelle der Eileiter münden. Die weiblichen Gänge und Öffnungen sind bei den Ögopsiden und dem größeren Teile der Oktopoden paarig; Calliteuthis *VII.* ist di



Entwickelung der Auſter in Galway Bay an der iriſchen Küſte.

S. 533. Nat. Gr. Nach Anne L. Massy (Fisheries, Ireland, Sc. Invest., 1913, II [1914]).

Die Abbildungen beziehen ſich ſämtlich auf die vertiefte, feſtgewachſene Schale. Die gleichen Buchſtaben gelten für das gleiche Alter, a für die eben feſtgeſetzte Brut, b für 11 Monate, c für 17 Monate, d für 21 Monate alte Muſcheln, e für 2½jährige, f für 3½jährige, g für 5½jährige. Wie man ſieht, richtet ſich weder die Größe noch die Anzahl der „Jahresringe“ trotz anſcheinend gleicher äußerer Bedingungen ſtreng nach dem Alter.



An After. — Dep Herabzieher des Trichters. — Fl Flosse. — H Harnsack. — K Kieme. — Kh Kiemenherz. — Kn Knorpelgruben am Trichter. — Kn_1 die in die Vertiefungen passenden Verdickungen am Mantel. — L „Leber". — N Nierenöffnungen. — P Penis. — Sch und Sch_1 die auseinandergelegten Schnittflächen des Mantels. — T Tintenbeutel. — Tr Trichter.

einzige Form, bei der auch die männlichen Leitungswege paarig sind. Die Keimdrüse, die die hintere Spitze des Eingeweidesacks ausfüllt, bleibt hingegen stets unpaar. Beim Sepiaweibchen ist die Bauchwand zwischen Tintenbeutel, Kiemenherzen und Nierenpapillen von den Nidamental- und deren Anhangsdrüsen eingenommen, die bei der Bildung der Eihüllen (S. 618) stark beteiligt sind. Der Pallealkomplex zeigt bei den Oktopoden insofern etwas andere Verhältnisse, als hier die Bauchwand durch einen breiten, zweilappigen Muskel mit der Mantelinnenseite verwachsen ist (bei Sepiola ebenso), und der Tintenbeutel sich an wesentlich anderer Stelle befindet. Er ist tief in die „Leber" eingebettet. —

Selbst noch an vielen Stücken, die in Museen in Weingeist aufbewahrt werden, nimmt man eine feine violette und bräunliche Sprenkelung der Haut wahr. Allein dies gibt natürlich keine Idee von dem wunderbaren Farbenspiel, das die lebenden Tiere zeigen. Je nach den Zuständen, in denen sie sich befinden, je nach der Beleuchtung, der sie ausgesetzt sind, je nachdem sie selbst angreifen oder angegriffen und gereizt werden, sind sie einem fortwährenden Wechsel leuchtender Färbungen unterworfen. Der im Grunde weißlich glänzende, oft durchscheinende Körper kann in der Ruhe und Abspannung ganz abgeblaßt sein mit einem mattrötlichen, gelblichen oder violetten Schimmer. Plötzlich bei einer neuen Erregung ballt sich da und dort eine Farbwolke zusammen, intensiv braun oder lila in der Mitte, flockig und durchsichtiger an den Rändern. Die Farbenflecke und -streifen fliegen über den Körper hin, vereinigen sich, breiten sich aus und sind in der Regel von einem blitzartigen Erglänzen und Irisieren der ganzen Haut begleitet: man hat ein wundervolles Unwetter des Zornes und der nervösen Aufregung vor sich. Diesem ungemein schönen Farbenspiel liegen zwei mechanische Ursachen zugrunde. In der Haut befinden sich Farbzellen oder Chromatophoren, die mit höchst fein verteiltem Farbstoff gefüllt sind. Wenn die Zellen im Zustande der Ruhe durch die Elastizität ihrer Hüllen den kleinsten Umfang eingenommen haben, färbt der in kleine Klümpchen zusammengezogene Farbstoff die Oberfläche fast gar nicht. Durch zahlreiche, strahlenförmig an die Zellen sich ansetzende Muskelfäserchen können diese aber verschieden stark und wechselnd auseinander- und zusammengezogen werden, mit ihnen natürlich auch der Farbstoff.

Außer den Chromatophoren sind am Farbenspiel noch die sogenannten Glanz- oder Flitterzellen, Iridozyten, beteiligt. Darunter versteht man unbewegliche, tiefer in der Unterhaut gelegene Zellen mit sehr dünnen, dicht übereinanderliegenden glasartigen Blättchen, Iridosomen, die ähnlich wie die Perlmutter Interferenzerscheinungen der auffallenden Lichtwellen hervorrufen. Von der Pracht dieser Färbungen können selbst die vortrefflichen Lithographien von Vérany, der herrliche Atlas von Chun und unsere Farbentafel bei S. 604 nur eine annähernde Vorstellung geben. — Wie bei Schollen und einigen anderen Fischen spielt der Farbwechsel auch bei den Cephalopoden eine große Rolle. Er kann nicht nur den jeweiligen psychischen Erregungszustand des Tieres bis ins kleinste widerspiegeln, sondern gewährt seinem Träger auch einen vorzüglichen mimetischen Schutz. Bodenformen passen sich in der Färbung ihrer Umgebung oft so genau an, daß sie von einem ungeübten Auge nur schwer gesehen werden. Physiologisch bestehen Zusammenhänge zwischen dem Farbenspiel, den Augen und merkwürdigerweise auch den Saugnäpfen. Ein Pulp, dem man sämtliche Arme an der Basis abschneidet, verliert die Fähigkeit, seine Färbung zu wechseln. Je ein kleines Ganglion an den beiden Augennerven wird als Zentrum dieses merkwürdigen Farbenspieles gedeutet. Aus dem vorher Gesagten erhellt, daß man die Färbung der Kopffüßer eigentlich nicht genau beschreiben kann; doch herrscht bei

den einzelnen Arten dieser oder jener Ton vor, und einige zeichnen sich durch besondere Glanz und Zartheit der Farben aus. Auch die Verteilung der Chromatophoren ist für d einzelnen Formen oft recht verschieden. Nur wenige Tiefseecephalopoden haben die Fähi keit des Farbwechsels mehr oder weniger eingebüßt; eine schützende Bedeutung kann ih in den dunklen Tiefen ja auch nicht beigemessen werden.

Da wir bei der Schilderung der Arten auf deren **Lebensweise** genauer eingehen, mögen hier nur noch wenige allgemeine Bemerkungen Platz finden. Die Kopffüßer si ausschließlich Meeresbewohner, wie sie es zu allen Zeiten der Erde waren. Die verschieden Lebensgebiete des Meeres haben sie sich sämtlich erobert; sie sind in die eiskalten, finster Abgründe der Tiefsee hinabgestiegen, haben sich der Hochsee und in der verschiedenst Weise auch der Uferregion angepaßt. Nur wenige Arten haben eine größere geographis Verbreitung; die meisten sind auf ein engeres Wohngebiet beschränkt. Die gesellig lebend Tintenfische der Hochsee machen große Wanderungen, wobei sie sich den Küsten zu nähe pflegen, vermutlich der Fortpflanzung wegen, auf die wir später im Zusammenhange ei gehen wollen. Nach Vérany hängt jedoch der Umstand, daß man gewisse Arten nur in b stimmten Monaten auf den Fischmärkten antrifft, nicht immer von ihrer Wanderung, so dern von dem Gebrauche gewisser, nur in jenen Monaten zur Anwendung kommender Ne ab. Man erhält z. B. Histioteuthis bonelliana *Fér.* bei Messina nur im Mai und Se tember, wo man zum Fange eines Fisches (des Sparus centrodontus) das Grundnetz Tiefen von 700 bis 800 m hinabläßt. Alle Kopffüßer sind räuberische Fleischfresser; in Hauptsache stellen sie Krebsen, Fischen, Schnecken und Muscheln nach. Weit verbreitet bei ihnen auch der Kannibalismus; sie sind sogar so gefräßig, daß sie sich auf die an Angel gefangenen Tiere ihres eigenen Geschlechts stürzen und sich mit ihnen an die Ob fläche ziehen lassen. Die Größe der Tintenfischschwärme steht im umgekehrten Verhältn zur Größe der einzelnen Individuen, weil die kräftigeren Exemplare sich auf Kosten schwächeren Artgenossen mästen. Die zwischen den Tangen der Küstenfelsen auf Be lauernden Kopffüßer haben eine merkwürdige Vorrichtung zur Anlockung ihrer Opfer a gebildet. Auf ihrer Haut können sie Warzen und unregelmäßige Auswüchse entste lassen; nahrungsuchende Beutetiere, die diese Gebilde für Pflanzenteile halten, werden den Armen der gierigen Räuber schnell erfaßt. Kurz sei hier schon erwähnt, daß sich einer großen Zahl von Arten auch Leuchtorgane zu verschiedenen Zwecken finden.

Die Kopffüßer haben eine große Menge von Feinden, darunter eine Reihe für Menschen sehr nützlicher Tiere. Insonderheit stellen ihnen Wale, Sturmvögel, Pinguine der Kabeljau nach. Fast alle Kopffüßerarten werden auch vom Menschen gegessen.

Die Tintenfische sind nicht nur die am höchsten organisierten Weichtiere, sondern reichen als solche auch die größte Kraft und Länge. Die hierauf bezüglichen älteren Anga hat Keferstein in seinem trefflichen Sammelwerke über die Weichtiere gesichtet. Seit alt sagt er ungefähr, hat man geglaubt, daß es Cephalopoden von gewaltiger Größe gäbe, Menschen und selbst Schiffen gefährlich werden könnten, und die nordischen Sagen Kraken haben zuzeiten sehr allgemein Eingang gefunden. In der neueren Zeit erwiesen viele dieser Angaben als Fabeln oder wenigstens als wissenschaftlich unbegründet, und ge die frühere Leichtgläubigkeit schlug man in das andere Extrem um, indem man den Ce lopoden höchstens eine Größe von 3 bis 4 Fuß beilegen wollte. Jetzt weiß man a dings, daß es gewaltige Riesen unter unseren Tieren gibt; doch hat man noch immer eine sehr ungenügende Nachricht von ihnen. Schon Aristoteles erzählt von einem Lo

der 5 Ellen lang war, und Plinius erwähnt die Angaben des Trebius Niger, nach denen zu Carteja ein Riesenpolyp des Nachts an die Küste kam, um die Fischbehälter zu plündern, und der die Hunde durch sein Geschnaube verjagte. Der Kopf dieses Tieres, den man Lukull zeigte, war so groß wie ein Faß von 15 Amphoren, und seine Arme, die ein Mann kaum umklaftern konnte, maßen 30 Fuß in der Länge und trugen Vertiefungen (Saugnäpfe), die eine Urne Wasser faßten. Die meisten Angaben über diese Riesen findet man in Montforts Naturgeschichte der Mollusken. Dort wird von einem Seeungeheuer erzählt, das an der Küste von Angola ein Schiff an der Takelage mit seinen Armen in den Grund zu ziehen drohte und der glücklich geretteten Mannschaft Veranlassung gab, ihre höchste Not auf einem Votivgemälde in der Thomaskapelle zu St. Malo darstellen zu lassen. Ferner erzählt Montfort nach den Angaben des Schiffskapitäns Dens von einem Polypen, der in der Nähe von St. Helena mit seinen Armen ein Paar Matrosen von einem Gerüst am Schiffe herabholte, und von dem eine in die Takelage verwirrte Spitze eines Armes abgehauen 25 Fuß maß und mehrere Reihen Saugnäpfe trug. Einem ähnlich großen Tiere muß der Arm angehört haben, der von einem Walfischfänger in der Südsee aus dem Rachen eines Kachelots genommen sein, und der 23 Fuß Länge gehabt haben soll. Aber es wurde diesen und anderen Berichten so wenig Wert beigemessen, daß man in der Wissenschaft alle Angaben von Tintenfischen über ein paar Fuß Größe für Fabeln erklärte.

Später wurden durch Steenstrup die Erzählungen über Riesentintenfische teilweise wieder zu Ehren gebracht, indem er die 1639 und 1790 an der isländischen Küste gestrandeten Seeungeheuer, von denen das letztere einen 3½ Faden langen Körper und 3 Faden lange Arme gehabt haben soll, und den 1546 im Sunde gefangenen sogenannten Seemönch von 8 Fuß Länge mit Sicherheit als Cephalopoden deutet. Später erhielt Steenstrup selbst Reste eines Riesentintenfisches, der 1853 in Jütland gestrandet war, dessen Kopf sich so groß wie ein Kinderkopf zeigte und dessen hornige Rückenschale 6 Fuß maß. Von Resten ähnlicher großer Tintenfische aus den Museen in Utrecht und Amsterdam berichtet auch Harting. Die merkwürdigste Nachricht verdankt man Kapitän Bouyer, der einen Riesenkalmar 1861 in der Nähe von Teneriffa beobachtete. Das Tier maß 5—6 m an Länge, ohne die acht furchtbaren, mit Saugnäpfen versehenen Arme. Seine Farbe war ziegelrot; seine Augen waren ungeheuer und zeigten eine erschreckende Starrheit. Das Gewicht seines spindelförmigen, in der Mitte sehr angeschwollenen Körpers mußte an 2000 kg betragen, und seine am Hinterende befindlichen Flossen waren abgerundet und von sehr großem Volumen. Man suchte das Tier an einer Tauschlinge zu fangen und durch Schüsse zu töten; nach dreistündiger Jagd erhielt man aber nur Teile vom Hinterende des Tieres. — Wenn also die neueren Beobachtungen auch nichts von den Sagen des Altertums bestätigt haben, so haben sie uns doch sichere Kunde über riesenhafte Cephalopoden geliefert, die, 20 Fuß und darüber lang, selbst Menschen und kleinen Schiffen gefährlich werden können. In der zweiten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts sind an der Ostküste Nordamerikas, bei Japan und im südlichen Pazifik große Kalmare gestrandet, deren Arme bis 10 m maßen. In neuester Zeit haben sich die Expeditionen des Fürsten von Monako große Verdienste um die Klärung dieser Frage erworben. Die eifrigen Untersuchungen des Mageninhaltes erbeuteter Wale förderten verschiedentlich Teile gewaltiger Cephalopoden zutage, die leider oft schon durch die Magensäfte stark angegriffen waren. Auf der Michael-Sars-Expedition wurden Wale gefangen, auf deren Haut sich deutliche Abdrücke von Saugnäpfen riesiger Kraken, Spuren titanischer Kämpfe, fanden. Unserer jetzigen Kenntnis nach gehören die größten Kopffüßer zu den Ögopsiden, und zwar

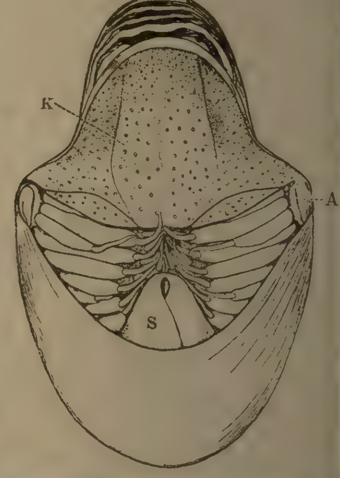
vorwiegend zur Gattung Architeuthis *Stp.* (S. 610). Einige Ammoniten, fossile Kopffüße aus der Verwandtschaft des Nautilus, zeigen ebenfalls gewaltige Maße; ihre Schalen habe zuweilen den Durchmesser großer Wagenräder, so namentlich der 2,55 m breite Pachy discus seppenradensis *Land.* aus der Kreide. Gegenwärtig sind fast 10000 Cephalopoden arten bekannt, wovon jedoch nur etwa ein Zwanzigstel der jetzigen Lebewelt angehör

Erste Ordnung:

Vierkiemer (Tetrabranchiata).

Die Vierkiemer sind in der Jetztzeit durch die einzige Gattung Nautilus *L.* vertrete Bisher wurden fünf gegenwärtig lebende Arten beschrieben, von denen jedoch nur ein das **Perlboot** oder **Schiffsboot**, Nautilus pompilius *L.*, eine gewisse Häufigkeit besitzt. Es wird uns deshalb hier auch fast ausschließlich beschäftigen, zumal





Perlboot, Nautilus pompilius *L.*, von der Seite und von vorn gesehen. Nach Dean („American naturalist", Bd. 35, 19 A Auge, K Kopfkappe, S Fußränder, zur Trichterrinne eingerollt, T Tentakel.

die Unterschiede der rezenten Arten recht geringfügig sind. Nautilus ist der letzte Üb lebende einer in den ältesten Zeiten unserer Erde überaus reich blühenden Kopffüß gruppe. Aus seiner Verwandtschaft sind weit über 9000 ausgestorbene Arten bekan geworden; in allen marinen Ablagerungen des Altertums und Mittelalters der E geschichte spielen sie eine hervorragende Rolle als Leitfossilien. Besonders die als Amm niten bezeichneten Cephalopoden eignen sich hierzu so vorzüglich, daß Quenstedt und Op sie ihrer Lehre von den geologischen Zonen zugrunde legten.

Das hohe erdgeschichtliche Alter des Nautilus läßt vermuten, daß er in seiner Orga sation viele altertümliche Züge bewahrt hat. In der Tat bedeutet denn auch die Vierz der Kiemen und Nieren einen früheren Zustand den Zweikiemern gegenüber. Auch so bleibt Nautilus in den Einzelheiten seines Körperbaues fast durchweg auf niedrigerer St so daß mit großer Wahrscheinlichkeit eine direkte Ableitung der Dibranchiaten von vierkie gen Vorfahren angenommen werden kann. Wir sahen, daß der nervöse Schlundring Nautilus aus Marksträngen zusammengesetzt ist und noch nicht jene hohe Konzentrat zeigt, wie wir es für Sepia (S. 582) kennenlernten. Der Trichter ist noch nicht zum R verwachsen, sondern an der Bauchseite offen mit übereinandergreifenden Rändern (S

der Abbildung). Auch das Auge (A) ist in seiner Anlage das primitive Becherauge geblieben, wie es das Zweikiemerauge in der Entwickelung durchläuft. Wir trafen ähnliche Augen schon bei manchen Schnecken (S. 417); die Leistungsfähigkeit des Nautilus-Auges hat sich aber außerordentlich erhöht. Es ist vergrößert und zum Augapfel geschlossen, bis auf eine feine Öffnung, die als Pupille erweitert und verengert werden kann, ein sogenanntes Camera-obscura-Auge, das, wiewohl mit Seewasser erfüllt und der Linse entbehrend, dennoch zum Entwerfen umgekehrter Bilder auf der Netzhaut befähigt erscheint. An Stelle der Arme trägt der Kopf des Nautilus eine große Zahl, etwa 90, einfach gebaute Tentakel (T), die auf mehreren konzentrisch um den Mund stehenden Lappen sitzen, keine Saugnäpfe tragen und in Scheiden zurückziehbar sind. Daß sich aus ihnen durch Reduktion und starke Umbildung die Arme der Zweikiemer entwickelten, steht außer Zweifel. Die obersten (Stirn-) Tentakel haben sich bei Nautilus zu einer muskulösen, etwa dreieckigen Kopfkappe (K) umgebildet, die den Schaleneingang verschließt, wenn sich das Tier in sein Haus zurückzieht. Die in einer Ebene spiralig gewundene Schale gleicht äußerlich dem Gehäuse mancher Schnecken, nur daß sie gewissermaßen gerade in entgegengesetzter Anordnung über den Kopf gestülpt ist. Der Trichter liegt an ihrer konvexen Seite. Man hat sich also an die etwas unbequeme, dem Auge nicht zusagende Auffassung zu gewöhnen, daß die Wölbung des



Perlboot, Nautilus pompilius *L.*, im Längsschnitt. Zum Teil nach Owen. E Eingeweidesack, G Schale, K Kopfkappe, M Mantel, S Sipho. St Siphonaltute, T Tentakel, Tr Trichter.

Gehäuses die Seite des Bauches ist. Man sagt, die Schale ist exogastrisch aufgerollt (im Gegensatze zur endogastrisch gewundenen Spirula-Schale, S. 609), und zwar beim Perlboot so, daß die früheren Umgänge von den jüngeren vollständig verdeckt werden. Sieht man in die weite Mündung des unverletzten, außen porzellanweißen, rötlich quergestreiften und unter der Kopfkappe schwarzen Gehäuses, so bemerkt man, daß der vordere, inwendig perlmutterglänzende Raum nach hinten durch eine konkave Querscheidewand abgegrenzt ist, so daß das Tier nur einen kürzeren, wenngleich umfänglichen Endteil des Gehäuses zum eigentlichen Wohnsitz hat und nicht, wie die Schnecke, durch alle Windungen sich zieht. In der Mitte jener Querwand ist jedoch ein Loch, das zu einer näheren Untersuchung der von ihm ausgehenden Höhlung einladet. Ein Durchschnitt mitten durch die Schale unmittelbar neben der Achse ist hierzu notwendig (s. die Abbildung). Die die Wohnkammer des Tieres abschließende Scheidewand hat eine ganze Reihe von Vorgängerinnen, die das Gehäuse in ebensoviele Kammern teilen, und durch die sich eine Röhre, der Sipho (S), erstreckt. Natürlich hat der Sipho hier eine andere Bedeutung als das gleichnamige Rohr, das bei Muscheln und Vorderkiemern in die Mantelhöhle führt. Die große Wohnkammer ist so tief, daß sich das Tier wie eine Schnecke ganz in den Grund zurückziehen kann. Mit fortschreitendem Wachstum verläßt es allmählich die hinteren Teile der Schale und

kammert sie periodisch durch Scheidewände zu Lufträumen ab. Das Verständnis solcher Scheidewände oder Septen bietet uns weiter keine Schwierigkeit, da wir ähnliche Bildungen schon bei einigen Gastropoden kennenlernten, die auch nur den vorderen Teil ihres Gehäuses bewohnen. Auffällig ist bei Nautilus nur die Symmetrie der Schale, die Durchbohrung der genannten Septen und das Vorhandensein des erwähnten Sipho. Er ist ein dünner, röhriger Fortsatz des Körpersackes, der mit der Leibeshöhle des Tieres in offener Verbindung steht, und besitzt „eine Strecke weit gerade wie die übrige Körperhaut, das Vermögen, Perlmuttersubstanz abzusondern, so daß an der Stelle, wo der Sipho das Septum durchsetzt, das letztere einen röhrigen Aufsatz, eine Siphonaltute (St), trägt." (Keferstein.) Es ist sicher, daß die hinteren Kammern der Schale mit Gas gefüllt sind, wiewohl wir über dessen Zusammensetzung nicht aufgeklärt sind. Im Wohnraum ist das Tier durch zwei kräftige Muskeln befestigt; in der Höhe dieser Muskeln ist aber außerdem der Mantel rundherum in einem schmalen Streifen an die Schale angewachsen, „nicht um das Tier zu halten", wie Keferstein meint, „sondern um den Zutritt des Wassers, das durch die Mündung frei einströmt, zu dem hinteren Teile der Manteloberfläche zu hindern"; denn dieser Teil wird, wenn das Tier nach Fertigstellung des letzten Septums weiter herausrückt, das Gas absondern, um die neue Luftkammer zu füllen.

Was das Gas zu bedeuten hat, kann man sich leicht klar machen durch den Hinweis, daß Nautilus unterhalb der eigentlichen Litoralregion auf dem Boden lebt, selten in weniger als 100 m Tiefe, und daß er trotzdem an der Oberfläche schwimmen kann. Da auf ungefähr 10 m Wasser der Druck einer Atmosphäre kommt, so handelt es sich bei solchem Auf- und Abtauchen eines mit Luftkammern versehenen Tieres um gewaltige hydrostatische Leistungen, die es ganz unwahrscheinlich machen, daß sie freiwillig unter gewöhnlichen Umständen zustande kommen. Wir kennen zwar die alte Schilderung von Rumph, wie Nautilus mit ausgebreiteten Tentakeln unter Benutzung des Trichters rückwärts schwimmt; wir haben von Moseley erfahren, daß ein Stück, das der Challenger aus mehr als 500 m Tiefe heraufgebracht hatte, sich ebenso benahm und anscheinend ganz frisch war. Aber man weiß doch nicht, ob dieses Verhalten ganz der Natur entspricht. Wenn Rumphius erzählt, daß man die Tiere truppweise schwimmen sieht, sobald nach einem Sturm die Wogen sich zu beruhigen beginnen, so liegt es wohl näher, an ein passives Losreißen der Tiere durch besonders starke, in die Tiefe greifende Wellen zu glauben, als an aktives Emporkommen. Damit stimmt überein, was Dean neuerdings berichtet, daß an den Philippinen die Tiere den Fischern namentlich im Frühling und Vorsommer in die Reusen gehen, die sie in einige hundert Meter Tiefe versenkt haben, in den Monaten also, die monsunfrei sind, besonders im Juni. Auch sah Dean die Tiere, die ihm allerdings erst einige Stunden nach dem Fang gebracht wurden, immer in fast gleicher Haltung verharren, die Schale senkrecht im Wasser, den Trichter nach unten, die Tentakel nahezu oder ganz eingezogen, entweder am Boden oder dicht darüber. Das Kriechen soll, nach Rumphius, mit Hilfe der Tentakel geschehen. Einiges Interesse beansprucht ferner die von Willey festgestellte Tatsache, daß sich Nautilus macromphalus *Sow.* der Tentakel nicht nur zum Kriechen und Ergreifen der Beutetiere bedient, sondern sich mit ihnen auch sehr fest an fremden Gegenständen anheften, gleichsam vor Anker legen kann. Im ganzen scheint der Schluß berechtigt, daß Nautilus ein Stillwassertier ist, das die ruhige Umgebung unterhalb des Litorals zu seinem Gedeihen erheischt. Energische Schwimm- oder Greifbewegungen liegen schwerlich in seiner Natur. Die Eingeborenen der Sundainseln fangen ihn in Reusen mit stark riechenden Ködern, faulenden

Vögeln und Ratten oder mit Kokosfasern, die mit Krebsbrühe getränkt sind. Bennet fand Bruchstücke von Krebsen im Magen.

Die Nutzung ist recht verschieden. Dean erzählt, daß das Fleisch auf den Philippinen von den Eingeborenen zwar gegessen, aber wenig geschätzt werde; es soll zäh und unschmackhaft sein. Von anderen Südseeinseln hingegen wird berichtet, daß Nautilus für den Häuptling vorbehalten wird. Die Schale des Perlbootes hat seit langem mancherlei Verwendung gefunden; man verarbeitet sie zu allerlei Zierat und zu Gebrauchsgegenständen, namentlich Trinkgefäßen. Die Chinesen schneiden Knöpfe daraus und dergleichen mehr. Namentlich in Indonesien ist es üblich, aus der äußeren Kalk- oder Prismenschicht zierliche Muster bis auf die Perlmutter herauszuschnitzen. Polierte Nautilus-Schalen sind bei uns in Naturalienhandlungen für billiges Geld zu kaufen, ein Beweis dafür, daß sie äußerst häufig sein müssen. Das gilt aber nur für die Schalen abgestorbener Tiere, die sich massenhaft im Strandgute des Indik finden und von den Meeresströmungen beinahe überallhin verfrachtet werden. Auf Neukaledonien sollen sie so zahlreich anschwemmen, daß von dort oft große Schiffsladungen nach dem asiatischen und australischen Festlande zur Verarbeitung abgehen. Gehäuse mit dem wohlerhaltenen Weichkörper sind hingegen noch heute wertvolle Stücke unserer zoologischen Museen.

Die geographische Verbreitung des Nautilus ist ziemlich eng umgrenzt. Als Bewohner der tropischen, unteren Uferregion lebt er an den Küsten der südostasiatischen Inselwelt von Sumatra durch das Gebiet der Sundainseln nordwärts bis zu den Philippinen, ostwärts bis zu den Fidschi-Inseln und bis Neukaledonien. N. pompilius *L.* fand Dahl bei Neupommern, Bennet in den östlichen Archipelen, besonders bei den Neuen Hebriden und den Fidschi-Inseln gemein. Er wird von den Eingeborenen in Körben oder vom Boote aus nachts auf den Korallenriffen gefangen. Nach Semon kommt er mit dem Südostmonsun nach Amboina bis ins Flachwasser, um sich bei Eintritt des Nordwestmonsuns wieder in größere Tiefen zurückzuziehen. Der weniger häufige N. macromphalus *Sow.* kommt hauptsächlich bei Neukaledonien vor, während sich der äußerst seltene N. umbilicatus *Lister* vom östlichen Neuguinea bis Neubritannien und bis zum Salomonarchipel findet.

Um die Entwickelungsgeschichte des Schiffsbootes, deren Kenntnis für das Verständnis der Stammesgeschichte aller Kopffüßer von unschätzbarer Bedeutung wäre, hat sich Willey leider mit wenig Erfolg bemüht. Es gelang ihm nicht, mit den weinbeerförmigen Eiern beträchtliche Fortschritte zu erzielen. Dean fand bei den Philippinen die Alten mit Jungen zusammen, deren kleinste, schon mit wohlentwickelter Schale, etwa 3 cm Durchmesser hatten.

Zweite Ordnung:

Zweikiemer (Dibranchiata).

Im Gegensatze zur vorigen Ordnung, die in der Jetztzeit nur durch die Gattung Nautilus vertreten ist, umfassen die heute lebenden Zweikiemer fast 500 Arten, die in mehr als 150 Gattungen eingeteilt werden. Ihrem geologischen Erscheinen nach ist die Ordnung der Dibranchiaten viel jünger. Reste ihrer erst im Mittelalter der Erde auftretenden Vorfahren, der Belemniten, sind unter dem Namen „Donnerkeile“ bekannt. Wir sahen oben schon (S. 588), daß die Ahnen der Zweikiemer von Nautilus-artigen Kopffüßern abzuleiten sind, und zwar hält man mit Recht jene fossilen Formen, die sich durch den Besitz einer geraden, nicht spiralig eingerollten Schale auszeichnen (z. B. Orthoceras *Breyn*), für ihre direkten Vorfahren.

Wir haben im allgemeinen Teile einen Zweikiemer zum Ausgangspunkte unsere Darstellung gewählt. Wir verstehen darunter also solche Kopffüßer, in deren Mantelhöhl sich ein Paar Kiemen befindet, und deren um den Mund im Kreise stehenden acht od zehn Arme Saugnäpfe tragen. Allen fehlt ein äußeres vielkammeriges (polythalame Gehäuse. Die in den Körper einbezogene Schale zeigt vielmehr häufig die Neigung zu ve kümmern, so daß die weitaus meisten Formen einen völlig nackten Eindruck machen. Fa alle Zweikiemer besitzen eine große, einen schwarzen Farbstoff absondernde Afterdrüse, de sogenannten Tintenbeutel. Wo dieser verlorengegangen ist, liegt eine nachträgliche A passung an das Tiefseeleben vor. Der volkstümliche, aber wenig zutreffende Name „Tinte fische" gründet sich auf die meist spindelförmige, fischähnliche Gestalt dieser Tiere und a ihre Fähigkeit, sich durch den Auswurf einer tintenähnlichen Flüssigkeit den Blicken ihr Angreifer zu entziehen. Im Haushalte der Natur spielen die Zweikiemer der heutig Meere kaum die Rolle, die den Nautilus-artigen Kopffüßern in den Meeren des Altertun und Mittelalters der Erde zufiel.

1. Unterordnung: Achtarmige Tintenfische (Octopoda).

Die eine Gruppe umfaßt die achtarmigen Dibranchiaten. Sie haben fast alle ein beutelförmigen Rumpf und tragen acht fast gleichlange Arme. Die Schale in der Rücke haut ist meist zu zwei dünnen Knorpelspangen verkümmert; ihr Nachweis gelang für d Mehrzahl erst spät. Die meisten Achtfüßer (Oktopoden) leben in der Nähe des Gestades u kriechen und gehen mehr, als sie schwimmen. Ihr gewöhnlicher Aufenthalt sind Felslöch und Spalten, von wo aus sie auf Beute spähen. Sie können nach allen Richtungen h kriechen, lieben jedoch die Bewegung nach der Seite am meisten. Dabei breiten sie die Ar aus, erheben den Kopf, neigen den Körper etwas auf das vierte Armpaar und wenden d Öffnung des Trichters auf eine Seite. Sie vollführen die Seitenbewegung vorzugswe mit den beiden mittleren Armpaaren, während die oberen und unteren Arme nur beiläuf wie es gerade das Terrain erfordert, gebraucht werden. Sie kommen dabei in wie auf dem Wasser ziemlich schnell von der Stelle. Von selbst verlassen sie nur selten ihr Eleme doch können einzelne Arten längere Zeit außerhalb des Wassers leben. Ihr Instinkt, d Meer wiederzugewinnen, wenn sie eine Strecke weit ins Land gebracht worden sind, bewunderungswürdig; auch ohne das Wasser zu sehen, gehen sie über Steindämme in g rader Linie darauf los. Noch heute werden an den Küsten des Mittelmeeres ein paar G tungen, welche den Grundstock der ersten Familie, der Kraken, Polypodidae, bilden, Po pus *Schn.* (früher Octopus *Lam.*) und Moschites *Schn.* (früher Eledone *Leach*), mit d Namen bezeichnet, der ihnen schon von den alten Griechen und Römern beigelegt wur Pulp, Polpo, Poulpe („Vielfuß"). Wir gebrauchen jedoch den guten nordischen, mit Volksüberlieferung verbundenen Namen Krake. Alle Arten von Polypus haben ein sackförmigen, abgerundeten Körper, und ihre sehr langen Arme sind auf der Innens mit je zwei Reihen von Saugnäpfen besetzt.

Die häufigste, am weitesten verbreitete Art, die auch die größten Ausmaße errei ist der Gemeine Krake, Polypus vulgaris *Lam.*, von grauer Farbe, die im Zustande Erregung in braune, rote und gelbe Tinten übergeht. Dabei bedeckt sich die ganze ob Seite des Körpers mit unregelmäßigen, warzigen Hautauswüchsen. Seine Verbreitung streckt sich nicht bloß über das ganze Mittelmeer; er kommt auch an allen Küsten

Atlantischen Ozeans, im Roten Meere, an den West- und Ostindischen Inseln, bei Japan und in der Südsee vor. Er hält sich auf felsigem Grunde auf und verbirgt sich gewöhnlich in Löchern und Spalten, in die sein geschmeidiger und elastischer Körper mit Leichtigkeit eindringt. Dort lauert er auf die Tiere, von denen er sich nährt. Sobald er sie bemerkt, verläßt er vorsichtig sein Versteck, stürzt sich pfeilgeschwind auf sein Opfer, umstrickt es mit



Gemeiner Krake, Polypus vulgaris *Lam.*, in seinem Steinnest lauernd.

den Armen und hält es mit den Saugnäpfen fest. Mitunter schlägt er seinen Wohnsitz in einiger Entfernung vom felsigen Gebiet auf Sandgrund auf und richtet sich dann ein Versteck her. Er schleppt mit Hilfe der Arme und Saugnäpfe Steine zusammen und häuft sie zu einem Krater an, in dem er hockt und geduldig auf das Vorüberkommen eines Fisches oder Krebses wartet. Vérany hat mehrere solcher Wegelagerer bei Villefranche beobachtet, und sehr leicht und bequem kann man sich über diese Verhältnisse und Gewohnheiten im Aquarium zu Neapel unterrichten. Wir lassen Kollmann reden: „Einer der Kraken im Aquarium hatte sich aus den in den Wasserstuben umherliegenden Steinen ein Versteck gebaut;

es glich einem Neste, die Öffnung war nach oben gekehrt. Dieses Lager schien dem Tiere äußerst behaglich; ich habe nur einmal gesehen, daß es verlassen wurde, als ein Teil der Steine weggenommen worden war. Da stieg der Krake zornig heraus, um sie aufs neue zusammenzufügen. Man hatte die teilweise Zerstörung deshalb vornehmen lassen, um zu sehen, wie dieser weiche, knochenlose Molluske schwere Steine herbeischleppe, und hatte namentlich einige der großen Steine in die Mitte der anstoßenden Wasserstube gelegt. Das Tier ging, sobald die Zerstörer sich entfernt hatten, an die Arbeit. Es umklammerte jeden Stein, als wollte es ihn verschlingen, drückte ihn fest an sich, so daß er zwischen den Armen beinahe verschwand. Nachdem er eine hinreichend feste Lage zu haben schien, löſten sich ein paar Arme, stemmten sich gegen den Boden und drückten den Körper samt seiner Last zurück. Faustgroße Steine wurden schnell und ohne viele Anstrengung fortgebracht." Die größeren wegzuschleppen, erforderte aber viel Mühe und Zeit.

Im Sommer nähern sich die Jungen auch den mit Gerölle bedeckten Ufern, und mitunter begegnet man ihnen auch auf Schlammgrund. Man fischt sie gewöhnlich mit der Schnur, die langsam über den seichten Steingrund gezogen wird. Hat der Krake den Köder bemerkt, so stürzt er sich darauf und läßt sich langsam an die Oberfläche ziehen. In Nizza war O. Schmidt auch Zeuge einer anderen Fangart. An der mit Blei beschwerten Schnur befindet sich ein mit mehreren Angelhaken bespickter Kork, den man mit einem Stück zerfaserten roten Tuches bedeckt. Man wirft die Schnur möglichst weit ins Meer und zieht sie gemächlich ans Land. Der Pulp fällt darüber her und wird, sobald man ihn bemerkt, durch schnelles Anziehen festgemacht. Betteljungen und Reiche liegen an schönen Sommerabenden diesem Sport ob. Da die Tiere, wenn sie aus dem Wasser genommen sind, längere Zeit sehr behende bleiben und geschickt zu entweichen suchen, so muß man sie auf der Stelle töten. Den kleineren beißt der Fischer den Kopf entzwei, den großen nimmt er durch einen Messerstich das Leben. Die Jungen geben eine leckere Speise; die älteren und größeren über 1 Pfund wiegenden Tiere haben aber ein zähes Fleisch, dem das der Sepia und des Kalmar weit vorgezogen wird. Das größte Stück, das bei Nizza von einem Fischer mit außerordentlicher Anstrengung bewältigt wurde, war ungefähr 3 m lang und wog 50 Pfund. Stücke von dem halben Gewicht sind nicht selten.

Über das Verhalten des Polypus vulgaris im großen Aquarium in Arcachon an der französischen Küste hat Fischer sehr fesselnde Beobachtungen veröffentlicht. Im Sommer 1887 befanden sich sieben Kraken in einem der geräumigen Fischbehälter; für jeden hatte man eine Höhle in die Felswände gemeißelt. Sie nahmen sofort davon Besitz. Wenn einer sein Versteck verließ und das von einem anderen mit Beschlag belegte Loch untersuchen wollte, nahm der letztere es sehr übel, wechselte die Farbe und suchte mit einem Arme des zweiten Paares den Eintritt zu verhindern. Zu einem ernsteren Kampfe kam es jedoch nie. Das zweite Armpaar, bei Polypus meist das längste, wird besonders zum Angriff oder zur Verteidigung gebraucht; mit den Armen des ersten Paares untersucht und tastet der Pulp. Über Tag bewegten sich die Tiere wenig; nachts hingegen wurden sie lebhafter.

Die gefräßigen Gefangenen fütterte man mit Muscheln, namentlich mit der eßbaren Herzmuschel (Cardium edule). Sie erfaßten sie mit den Armen und führten sie zum Munde. Den Freßakt selbst konnte Fischer leider nicht beobachten, weil dabei die zwischen den Armen ausgespannte Haut die Beute verdeckt. Nach einiger Zeit, längstens nach einer Stunde, warfen sie die geöffneten und entleerten Muschelschalen völlig unbeschädigt wieder von sich. Da die Herzmuscheln nicht vollkommen schließen, war die Möglichkeit vorhanden, daß

nach und nach ausgesogen werden. Um sich hierüber Gewißheit zu verschaffen, reichte Fischer den Oktopoden eine andere Muschel, einen großen Pectunculus, der äußerst fest und hermetisch schließt. Sie benahmen sich damit wie mit den Herzmuscheln, und nach drei Viertelstunden waren auch die Pektunkeln entleert und die Schalen unbeschädigt. Da hiermit also nicht zum Ziel zu kommen war, wurde nun den Oktopoden ihre Lieblingsnahrung, Krabben, vorgelegt. Sobald der Pulp die Krabbe sich seiner Höhle nähern sieht, stürzt er sich über sie und bedeckt sie vollständig mit den ausgebreiteten Armen und der Armhaut. Etwa eine Minute lang sucht der unglückliche Krebs seine umgarnten Beine zu bewegen, dann wird er ganz ruhig, und der Krake schleppt ihn in sein Versteck. Man kann nur sehen, daß die Krabbe in verschiedene Lagen gebracht wird; nach einer Stunde ist die Mahlzeit beendet. Der Rückenpanzer ist leer und von den an dem Bruststück haftenden Eingeweiden getrennt; die Beine sind fast alle am Grunde abgebrochen; die Beinmuskeln und ein Teil des Inneren sind verzehrt, aber kein Teil des Skeletts ist verletzt. Wie Polypus seine Beute tötet, wurde auch durch die Fütterung mit Krabben nicht klar. Jetzt wissen wir, daß er so gut wie die übrigen Tintenfische seine Beute durch die überaus giftige Abscheidung der hinteren Speicheldrüsen (s. S. 581) lähmt und tötet. Nach der Mahlzeit wirft er die Speisereste vor seine Behausung und ordnet sie mit den Saugnäpfen zu einer Art Schutzwall vor dem Eingange an. Nur seine Augen ragen über diese Mauer hervor und spähen scharf nach neuer Beute aus. Ist er aber satt, so läßt er die Krabben neben sich herumgehen und sich von ihnen sogar berühren.

Die Heftigkeit und Geschwindigkeit, mit der die Kraken ihre Opfer ergreifen und an sich reißen, der Wechsel der Farbe während des Angriffes, die Warzen, die auf der Haut erscheinen, verleihen diesen Tieren ein wahrhaft wildes Aussehen. Kollmann beobachtete im Neapler Aquarium den spannenden Kampf eines Kraken mit einem riesigen Hummer. Seine höchst lebendige Schilderung ist leider zu umfangreich, um sie hier vollständig wiederzugeben. Besagter Hummer hatte mit seinen gewaltigen Scheren einer Seeschildkröte in der Notwehr den Kopf zerdrückt und wurde deshalb in das Wasserbecken, das die Pulpen beherbergte, gesetzt. Der Eindringling wurde sofort scharf ins Auge gefaßt, und schon nach kurzer Zeit begann einer der Kraken den Angriff auf den kolossalen Kruster. „Alles“, schreibt Kollmann, „schien Krake, vom Hummer waren nur kleine Partien sichtbar. Die Kämpfenden rollten am Grunde umher und wühlten den Kies auf; plötzlich löste sich der Knäuel und der Krake fuhr quer durch das Wasser, den Krebs mit sich schleppend, aber nicht als Sieger. Der Krebs hatte einen Fuß des Kraken tief am Ansatze beim Kopfe gefaßt und sich festgeklemmt. Ich fürchtete, es würde sofort zu einer Amputation kommen, denn der Hummer preßte seine Zange zusammen, daß der Arm schon völlig abgeschnürt erschien. Aber zu meiner Überraschung hielt die derbe, an Elastizität dem Kautschuk ähnliche Substanz des Fußes den furchtbaren Druck aus. Unterdessen schwamm der Krake hin und her und suchte den Gegner von sich zu schleudern. Der Hummer flog bei den schnellen Wendungen ein paarmal gegen die Steine, aus denen die Wände gefügt sind, und das bewog ihn schließlich, seine Beißzange zu öffnen. Darauf zogen sich beide nach verschiedenen Ecken des Bassins zurück. Der Krebs saß ruhig beobachtend in einem dunkeln Winkel, der Krake klammerte sich an einen der steinigen Vorsprünge und begann das nie ruhende Spiel mit seinen Füßen, die sich bald zusammenrollen oder, langsam ausgreifend, bald hier-, bald dorthin tasten. Selbst der tief eingeschnürte Fuß, der von dem Drucke der Scheren gepackt war, bewegte sich zu meiner Überraschung. Die Art, wie übrigens der Kampf von dem Kraken aufgenommen, und

die Behendigkeit, mit welcher er trotz des Ausganges geführt worden war, hatte doch meine frühere geringschätzende Ansicht etwas geändert. Ich konnte vor allem dem Mute der Tiere meine Anerkennung nicht versagen. Unterdessen dauerte der Krieg gegen den Fremdling beständig fort." Mehrere Kämpfe verliefen ebenso ergebnislos wie der erste. Wahrscheinlich würde es aber schon eher zu einer Entscheidung gekommen sein, wenn der Wärter nicht jedesmal im letzten Augenblicke die Feinde getrennt hätte. Einmal gelang die Beilegung des Streites erst, nachdem der Hummer die eine seiner Scheren eingebüßt hatte.

„Um der beständigen Verfolgung ein Ende zu machen, wurde der Hummer in das zunächst anstoßende Bassin gebracht. Es ist durch eine solide Zementmauer getrennt, welche ungefähr 2 cm über den Wasserspiegel hervorragt. Die Hoffnung, den Krebs hier vor den rauflustigen Kraken zu schützen, war eitel. Noch im Laufe des Tages setzte einer von ihnen über die Mauer, attackierte den arglos dasitzenden Hummer und riß ihn nach kurzem Kampfe buchstäblich in der Mitte entzwei. In kaum 40 Sekunden hatte der Sieger den Kampf nicht allein vollendet, sondern sich auch schon daran gemacht, den Feind zu verzehren. Mir war dieses Benehmen des Kraken im höchsten Grade interessant. Dieser letzte Akt des Kampfes zeigte eine weit über den Instinkt hinausreichende Tätigkeit des Gehirns. Der Krake hatte vielleicht gesehen, daß der Hummer von dem Wärter in das nächste Bassin gesetzt worden war, oder er hatte durch das zirkulierende Wasser Witterung von der nahen Beute erhalten; gleichviel, der Krake schließt von einem Sinneseindrucke auf eine Beute, die er nicht sieht, und führt endlich einen Sprung durch die Luft nach jener Richtung hin aus."

Kraken, die zur gleichen Zeit in ein bis dahin unbesetztes Aquarium gebracht werden, vertragen sich meist gut miteinander, d. h. wenn es sich um etwa gleichgroße Exemplare handelt. Sie gewöhnen sich ziemlich schnell an die Enge ihres Gefängnisses. Haben sie die Neuartigkeit ihrer Umgebung völlig in sich aufgenommen, fühlen sie sich als die Herren in dem ihnen zugewiesenen Raume und befehden jeden Neuankömmling sofort und aufs heftigste. Selbst vor Angehörigen ihrer eigenen Art schrecken sie nicht zurück. In Neapel hat man häufig versucht, neu eingelieferte Kraken zu den schon eingewöhnten zu setzen, stets mit negativem Erfolge. Der Fremdling wird sofort überfallen und aufgefressen; sogar bedeutend größeren Stammesgenossen gegenüber blieben die Alteingesessenen Sieger. Selbstverständlich befindet sich der Eindringling stets im Nachteil, da ihm die neue Umgebung noch völlig fremd ist.

Da auch das Farbenspiel und das Benehmen gegen die Mitgefangenen von Kollmann genauer beobachtet wurden, lassen wir auch diesen Teil der anziehenden Schilderung noch folgen. „Das Tier hat die Fähigkeit, von dem hellsten Grau bis zu dem tiefsten Braun zu wechseln; die Farbe ändert sich dabei schnell, oder sie bleibt in irgendeiner Nuance stehen; sie kann ferner nur am Körper auftreten oder an den Armen, kurz, der Krake scheint sein Kolorit vollständig beherrschen zu können. Bei jenen obenerwähnten Angriffen auf den Hummer war die ganze Haut dunkel, namentlich während des Kampfes. Wenn er den Feind kampflustig beschleicht oder dem Wärter einen Krebs zu entreißen sucht, dann wird die ganze Herrschaft über die Farbe in raschem Wechsel sichtbar. Dieser Farbenwechsel ist für die Tiere jedenfalls eine vortreffliche Waffe, um Feinde zu täuschen. Halten sich die Kraken in grauem Gesteine auf, dann nehmen sie selbst die graue Farbe an, und das Tier gleicht mit den eingezogenen Armen und dem gekrümmten Rücken selbst einem verwitterten Steine." An Lebendigkeit übertreffen die Kraken sogar noch die Kalmare, und zweifellos gehören sie zu den kampflustigsten Tieren, die im Wasser leben. Sie sind „kühn

schnell und verwegen im Angriff, von einer überraschenden Vielseitigkeit der Bewegungen und von einer Riesenkraft in ihren weichen, knochenlosen Armen".

Seit einiger Zeit gelingt es auch, Kraken in den Aquarien des Binnenlandes zu halten. Haben sie die weite Reise gut überstanden und sagt ihnen das Seewasser, in das sie gesetzt werden, zu, so leben sie sich auch hier gut ein. Ein Pulp lebte in Leipzig annähernd 1½ Jahre in einem verhältnismäßig kleinen Becken und nahm regelmäßig die ihm gereichte Nahrung an. Die Beobachtung Eisigs, daß längere Zeit gefangengehaltene Kraken von einer merkwürdigen Krankheit befallen werden, verdient noch erwähnt zu werden. Plötzlich, ohne offensichtliche Gründe, beginnt der Pulp seine eigenen Arme bis auf kurze Stümpfe abzufressen. An den erlittenen schweren Verletzungen und infolge gleichzeitiger, dauernder Nahrungsverweigerung geht das unglückliche Tier schließlich zugrunde. Ihrer großen Zählebigkeit halber sind die Kraken neuerdings begehrte „Versuchskaninchen" der Physiologen geworden.

Polypus ist fast über die ganze Erde verbreitet. In Roscoff an der Küste von Nordfrankreich erscheint er Ende Mai und zieht sich bei Eintritt der Herbststürme wieder in größere Tiefen zurück, wo die größeren Stücke zeitlebens bleiben. Von den bretonischen Fischern wird er bei Ebbe auf dem Felsgrunde mit spitzen Haken gefangen; der Wirbel des von ihm ausgeatmeten Wassers verrät seine Schlupfwinkel ebenso untrüglich wie die vor seinem Bau angesammelten Mahlzeitreste. Der Neapolitaner lockt die Kraken nachts mit der Fackel, tags mit weißen Läppchen aus den Verstecken und sticht sie mit einer Art Harpune. Der Fang mit Netzen lohnt sich weniger, wohl aber der mit Reusen und engmundigen Tonkrügen, die selbst unbeködert von den Pulpen als willkommene Schlupfwinkel bezogen werden.

Aus der Gattung Polypus ist eine große Anzahl von Arten beschrieben worden, von denen wir nur einige wenige hier noch betrachten können. Zur Unterscheidung eignet sich vor allem die Gestalt des hektokotylisierten Armes, über den weiter unten ausführlich berichtet wird (S. 616). Im Mittelmeer sind neben der behandelten Spezies noch zwei Arten häufig, P. macropus *Risso* und P. defilippii *Vér.* Jener zeichnet sich durch den Besitz sehr langer Arme und durch eine prächtige Färbung aus; im Leben ist seine schön rehbraune Haut mit großen weißen Warzen bedeckt. Er kommt auch in den japanischen Gewässern vor. Von Polypus defilippii ist besonders die Fähigkeit der Selbstverstümmelung zu erwähnen. Wird er fest bei einem Arme gepackt, so kann er ihn willkürlich abstoßen. Das abgeschnürte Stück bleibt noch lange beweglich, saugt sich fest und kriecht weiter; am Stumpfe treten sehr bald Neubildungserscheinungen auf. Einige Arten sind nach der Tiefsee abgewandert und dort seßhaft geworden. Wir führen hier nur P. groenlandicus *Dewh.*, P. lentus *Vll.* und P. piscatorum *Vll.* aus dem arktischen Atlantik an, die insofern ein größeres Interesse verdienen, als bei ihnen der Tintenbeutel — als eine Folge des Lebens in der völlig dunklen Tiefe — verlorengegangen ist.

Die Gattung Moschites *Schn.* (früher Eledone) unterscheidet sich von Polypus hauptsächlich dadurch, daß die Arme bloß eine Reihe von Saugnäpfen tragen, weshalb auch vielfach eine besondere Familie für sie aufgestellt wird. Am häufigsten ist der Moschuskrake, Moschites moschata *Lam.* (s. Abb., S. 598). Sein Körper ist außerordentlich veränderlich, sack- oder länglich-eiförmig, hinten abgerundet oder spitz, glatt oder warzig, wie es dem Tiere gerade beliebt. Bezeichnend ist auch die Größe der Mantelöffnung, die fast bis auf den Rücken reicht. Die verhältnismäßig kleinen, vorspringenden Augen können ganz von den Lidern bedeckt werden. Die graue Grundfärbung geht nie in rötliche Tinten über. Symmetrische dunkelbraune Flecke am Rumpf sowie eine bläuliche Randeinfassung des

Armschirmes, die sich zeitweilig wie ein blauer Faden scharf abhebt, sind fernere Kennzeichen der Art, die überdies einem Moschusgeruche ihren Namen verdankt, den sie zwar nicht allein, aber in einem besonders bemerkbaren Grade besitzt.

Der Moschuskrake ist an allen Küsten des Mittelmeers höchst gemein. Für gewöhnlich lebt er auf Schlammgrund von 10 bis 100 m Tiefe. Man begegnet ihm aber auch auf Sandboden zu allen Jahreszeiten, seltener auf Felsen. Da man ihn an seinen natürlichen Standorten nicht beobachten kann, muß man sich mit der Beobachtung gefangener Tiere begnügen, die man sich, da sie mit dem Grundzugnetz in großen Massen erbeutet werden, sehr leicht verschaffen kann. Im Zustande der Ruhe klammert er sich mit Hilfe der Saugnäpfe am Boden an und nimmt mit Kopf und Rumpf ungefähr die Stellung ein, die auch der Krake liebt. Dabei sind die Enden der Arme frei und die Trichteröffnung seitwärts hervorgestreckt. Bei der geringsten Störung gleitet eine dunkle Färbung mit der Schnelligkeit des Blitzes über den ganzen Körper, um ohne Spur zu verschwinden. Mit diesem Zustande glaubt Vérany eine Art Schlafzustand abwechseln gesehen zu haben. Die Stellung ist die nämliche, aber die Armenden sind an den Körper herangezogen, nur die vierten Arme sind ausgestreckt, wie um Wache zu halten. Die Pupille ist zusammengezogen, und die Atmung geht langsamer vor sich. Die gewöhnliche Färbung ist dabei ein Graugelb oder Gelbbraun, und immer fehlen die kastanienbraunen Flecke. Gehör und Gesicht sind unempfänglich; man kann sich dem Gefäße nähern, schreien oder irgendein Geräusch machen, ohne daß das Tier erwacht. Aber bei dem geringsten Stoße an das Gefäß, oder wenn man einen Arm auch nur ganz leise berührt, wacht es augenblicklich auf, und es geht in seinem Wesen eine auffallende Veränderung vor sich. Der Moschuskrake hebt schnell den Körper fast senkrecht hoch, bläht ihn etwas auf und spitzt ihn zu. Die ganze Hautfläche wird gelblich; es erscheinen die dunklen symmetrischen Flecke, und überall erheben sich kegelförmige Warzen. Die Iris zieht sich zusammen und färbt sich stark schwefelgelb; die Einatmung wird schneller und unregelmäßig. Mitunter, besonders bei Nacht, verläßt der Moschuskrake seinen Behälter; hierzu veranlaßt ihn entweder der Wunsch nach Freiheit oder die mangelhafte Beschaffenheit des Atemwassers. Er kann dann stundenlang im Trocknen ausdauern; auch verträgt er ein Fasten von mehreren Wochen. Seiner Zählebigkeit wegen eignet er sich noch besser als Polypus für das Aquarium. Trotz des unangenehmen Moschusgeruches wird er doch massenhaft zu Markte gebracht. Sein Fleisch ist zwar nicht so zäh wie das vom Pulp, aber weniger schmackhaft; deshalb erscheint er auch nur auf dem Tische ärmerer Volksklassen.



Moschuskrake, Moschites moschata *Lam.*, kriechend. Nach dem Leben photographiert von Dr. Johs. Schneider.

Dem Moschuspulpen nahe verwandt ist Moschites cirrosa *Lam.* Ihr fehlt der Moschusgeruch. Sie interessiert uns hier deshalb, weil sie nicht nur im Mittelmeer — dort fälschlich lange Zeit als besondere Art (M. aldrovandi *Raf.*) betrachtet — vorkommt, sondern auch weit nach Norden und durch den Ärmelkanal selbst bis in die südwestliche Nordsee vordringt.

Die Gattung Velodona *Chun*, die ebenfalls zur Verwandtschaft des Moschuskraken gehört und an der ostafrikanischen Küste in 750 m Meerestiefe von der deutschen Tiefsee-Expedition erbeutet wurde, zeichnet sich durch den Besitz gewaltiger Hautsäume an den Armen aus.

Zu den Polypodiden gehören noch einige seltenere Gattungen. Erwähnt seien nur der mediterrane, dem Gemeinen Kraken sehr ähnliche Scaeurgus *Trosch.*, dem wir unten (S. 616) noch begegnen werden, und der neuseeländische Pinnoctopus cordiformis *Qu. et Gd.*, dessen Rumpf von einem schmalen Flossensaum umrahmt wird.

Der Familie der Polypodiden reiht sich eine Anzahl von Gattungen an, über deren Gliederung in Familien die Ansichten geteilt sind. In den Kreideablagerungen des Libanon fand Sowerby den ältesten fossilen Oktopoden (Palaeoctopus *Woodw.*). Er besitzt seitlich am Mantel ein Paar etwa dreieckige Flossen; offenbar ist er der Ahn der ganzen Sippe, denn in der Entwickelung werden bei Polypus Flossen zwar angelegt, später aber wieder rückgebildet. Ein Teil der Oktopoden hat übrigens auch heute noch ähnliche Flossen, wie wir weiter unten sehen werden. Amphitretus *Hoyle* ist eine kleinere, seltene Tiefseeform von halbgallertiger Beschaffenheit, mit je einer Reihe von Saugnäpfen auf den fast bis zur Spitze durch eine Schwimmhaut verbundenen Armen. Die Augen sind nach der Oberseite gerichtet und teleskopartig vorgequollen. Die wesentlichste Umbildung liegt in der Verwachsung des Trichters mit dem Mantel in der Mittellinie, so daß jederseits eine Spalte in die Kiemenhöhle führt. Man hat für die einzige Art, Amphitretus pelagicus *Hoyle*, die besondere Familie der **Amphitretidae** aufgestellt.

Gallertig verquollen, infolge pelagischer Lebensweise, sind auch die **Bolitäniden**, doch mit normalem Eingang in die Mantelhöhle. Die Familie umfaßt verschiedene seltenere Gattungen; wir führen nur die kleine, fast durchsichtige Bolitaena diaphana *Hoyle* an, die in den kalten Tiefen (1500 bis 4000 m) aller tropischen Meere weit verbreitet ist.

Eine weitere, schon im Altertum sehr bekannte und vielfach beschriebene Familie der Oktopoden ist auf das **Papierboot** (fälschlich auch Papiernautilus genannt), Argonauta argo *L.* (Abb., S. 600), gegründet. Hier ist das Weibchen mit einer zarten, äußeren Schale versehen. Auch nur ihm gilt unsere folgende Darstellung, da wir die höchst merkwürdigen Abweichungen des Männchens, welche auch noch den nackten Gattungen Ocythoe *Raf.* und Tremoctopus *Chiaje* zukommen, im Zusammenhange mit den Geschlechtsmerkmalen der Männchen der anderen Kopffüßer besprechen wollen (s. S. 614). An dem rundlichen Körper der Argonauta fällt der verhältnismäßig kleine Kopf und der kräftig entwickelte Trichter auf, vor allem aber die lappenartige Verbreiterung der obersten Arme. Die Färbung ist außerordentlich leuchtend und schön. Der neapolitanische Forscher Sangiovanni hat sie etwa folgendermaßen beschrieben: Die unteren und seitlichen Teile des Rumpfes sind von einer bräunlichen Silberfarbe, die je nach der Richtung und Stärke der Lichtstrahlen sich bald mit einer leichten, blauen Tinte, bald mit einer gräulichen, bald einer rötlichen bedeckt. Auch finden sich auf dieser farbenwechselnden Oberfläche eine Menge kleiner glänzender Punkte, gelb, kastanienbraun und rosenrot. Das Zusammenwirken dieser Farbenkügelchen, die sich über einem silberglänzenden Grunde ausbreiten, verleiht der Haut jener Körperteile einen prächtigen Rosenschimmer. Der Rücken des Papierboots ist mit einer schön pistaziengrünen Farbe geschmückt, und das Silber der Seiten setzt sich in Streifen nach oben fort. Da und dort finden sich größere Farbkugeln in der Mitte kleiner Kreise, welche von verschieden gefärbten Zellen umgeben sind und die Haut wie kleine Rosetten schmücken.

Die Schale des Papierboots, die sich durch ihre Eleganz und Papierdünnheit au zeichnet, ist ziemlich elastisch, weil sie reichlich organische Stoffe enthält. Ihr fehlt jedwe Kammerung; sie ist, wie man sagt, monothalam und in der Weise spiralig gewunde daß der letzte Umgang die früheren Windungen verdeckt. Das Verhältnis des Tieres z Schale ist ganz einzigartig, indem es nirgends mit ihr enger verbunden oder verwachsen i auch die Gestalt des herausgenommenen Tieres gar nicht dazu zu passen scheint. Es ist d her sehr zu entschuldigen, wenn man früher annahm, das Papierboot bewohne die Scha einer fremden, nicht näher bekannten Tierart, etwa wie der Einsiedlerkrebs. Nachdem m aber die Zusammengehörigkeit von Tier und Schale erkannt hatte, hielt man zunächst d Mantel an ihrer Bildung für mitbeteiligt. Man hat indes gefunden, daß die Schale led lich von den beid Lappenarmen, i sie von außen b decken und in d richtigen Stellu halten, abgesond wird. Bei eine Stück, das d linken Lappenar schon längere Z eingebüßt hat war dementsp chend die lin Seite der Scha in der Entwic lung zurückgebl ben. Schalenv letzungen könn ausgebessert w den; nie aber w die verlorengegangene Schale ganz wieder ersetzt. In erster Linie dient das Argonaute haus als Brutbehälter, in dem die Eier von der Ablage bis zum Schlüpfen der Jungen v bleiben. Es kann nicht oft genug betont werden, daß es eine völlig neuartige Bildung die zu der Nautilus-Schale nicht die geringste Beziehung hat.



Papierboot, Argonauta argo *L.*, schwimmend. Aus Jatta, „I Cefalopodi", Band 23 der „Fauna und Flora des Golfs von Neapel".

Sehr häufig findet man das Papierboot in einer Stellung abgebildet, die es unmögl einnehmen kann. Man stützt sich dabei auf eine von Aristoteles bis in unsere Zeit geglaub Fabel, daß Argonauta an der Oberfläche des Meeres schwimmend ihre beiden lappenar verbreiterten Arme emporstrecke und sie als Segel gebrauche. Bei Messina wurde das Papi boot hingegen meist an Steinen und Schiffen kriechend beobachtet. Eine Photographie, in Neapel nach dem Leben angefertigt wurde, zeigt sie schwimmend, den Trichter schräg n unten geöffnet, also das Tier durch Rückstoß schräg nach der Oberfläche zustrebend. Die se gewöhnlichen Arme sind in der Schale verborgen, wie bei Polypus; der, in einen Winkel g trieben und gereizt, den Mund vorstreckt und die Arme verärgert zurückschlägt (Naef). Un Wasser, wenn sie nach Art der anderen Kopffüßer durch das Spritzen aus dem Trichter schwi men will, legt sie die großen Arme so über die Seitenteile der Schale, daß diese fast ga

davon verhüllt wird (s. Abb., S. 600). Im eigentlichen Mittelmeer ist Argonauta argo besonders an der sizilischen Küste sowie im Golf von Tarent häufig. Im Adriatischen Meer ist die Insel Lissa der nördlichste Punkt, wo sie nicht selten vorkommt; jedoch waren die Stücke, die O. Schmidt von dort erhielt, ziemlich klein. Die übrigen Argonauta-Arten unterscheiden sich alle nur wenig durch geringfügige Abweichungen in der Schalenbildung.

Die nächstverwandte, ebenfalls weitverbreitete Gattung Ocythoe *Raf.* bildet auch im weiblichen Geschlecht keine Schale. Sie ist pelagisch, erreicht eine beträchtliche Größe und ist nach Naef der einzige lebendgebärende Cephalopod. Es gibt von ihr nur eine Art, Ocythoe tuberculata *Raf.* Das Männchen findet man regelmäßig in einer fremden Hülle, meist in der leeren Tonne einer Salpe.

Tremoctopus *Chiaje*, das dritte Genus der Argonautiden, verdankt seinen Namen sogenannten Wasserporen, Taschen, die sich am Kopfe öffnen und eine Strecke weit unter der Haut verstreichen. Ähnliche Bildungen kommen auch bei einigen anderen Tintenfischen vor; ihre Bedeutung ist unbekannt. Übrigens sind bei Tremoctopus nur die vier oberen, stark verlängerten Arme durch eine Schwimmhaut verbunden, die bei ausgewachsenen Weibchen spiralig eingerollt wird, um einen Brutraum zu bilden. Die einzige Art dieser Gattung, Tremoctopus violaceus *Chiaje*, lebt im Mittelmeer, im östlichen Atlantischen Ozean und unter gleicher Breite bei Japan. Ihre Jugendformen sind unter den verschiedensten Namen beschrieben worden. Durch ihre langgestreckte Rumpfform verrät sie sofort ihre Zugehörigkeit zur Hochsee, der sie auch sonst vortrefflich angepaßt erscheint.

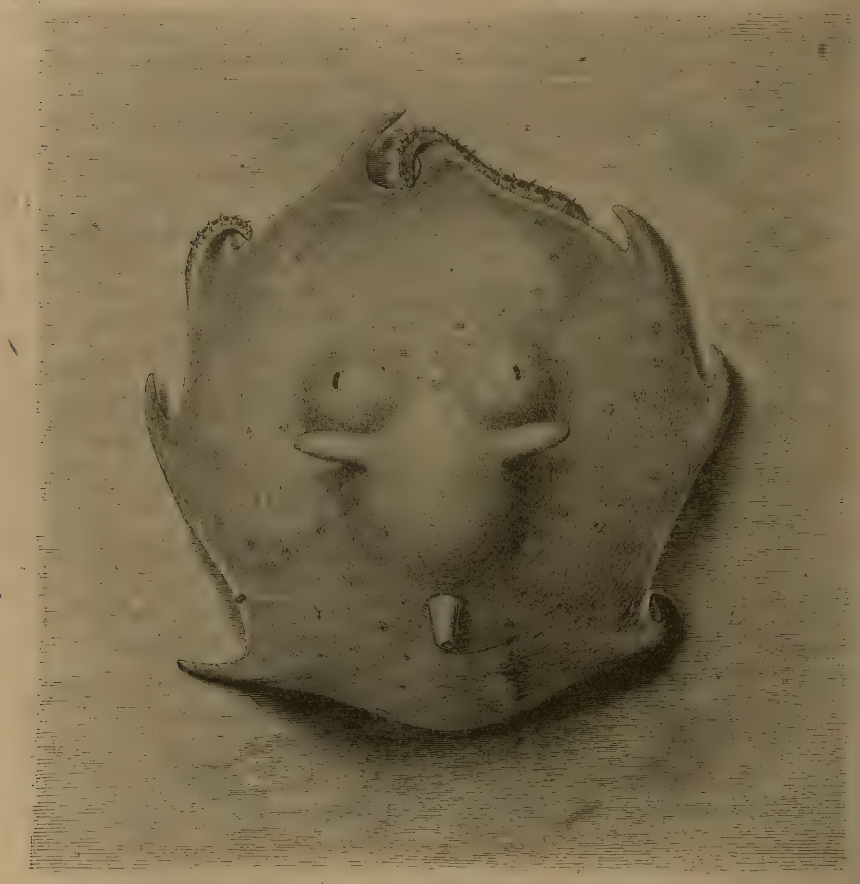
Eine Gruppe der Oktopoden ist durch den Besitz eines sehr umfangreichen Armschirmes, ruderförmiger Flossen und kurzer Cirren besonders ausgezeichnet. Diese Cirren oder Fühler stehen in zwei Reihen auf den Armen neben den einreihig angeordneten Saugnäpfen, mit denen sie alternieren. Da die Radula zwar bei den meisten, aber nicht bei allen durch Rückbildung verlorengegangen ist und damit dieses Merkmal als systematisch verwertbarer Charakter hinfällig wird, hat Grimpe diese ausschließlich der Tiefsee angehörige Gruppe jener Fühler wegen als Cirrata zusammengefaßt. Das vielfache Fehlen der Radula und auch der Giftdrüsen deutet auf eine wesentlich veränderte Ernährungsweise dieser Tiere hin. In Anpassung an das ewige Dunkel ihres Aufenthaltsortes haben alle den Tintenbeutel eingebüßt. In Cirrothauma murrayi *Chun* lernen wir den einzigen Cephalopoden kennen, der in den finsteren Abgründen sogar erblindet ist. Der Augapfel ist eingesunken; Linse, Ziliarring und Netzhaut sind rückgebildet. Unter den gleichen Lebensbedingungen haben Vampyroteuthis[1] infernalis *Chun* und Melanoteuthis[1] lucens *Joub.* Leuchtorgane erworben, die oben an der Wurzel der Flossen liegen. Wir kommen auf derartige Gebilde bei den Dekapoden zurück (S. 612).

Bei den meisten Arten dieser Gruppe (Stenotreta) erfährt die Mantelhöhle eine starke Einengung, die Hand in Hand geht mit einer Verkleinerung des Trichters. Er kann nicht mehr die Bewegung durch Rückstoß besorgen, sondern dient nur noch als Ausstoßrohr für Atemwasser und Fäkalien. Bei Chunioteuthis *Gpe.* ist die Rückbildung soweit fortgeschritten, daß der Trichter überhaupt nicht mehr aus der zu einem engen Loch gewordenen Mantelspalte hervorgestreckt werden kann. Seine Arbeit leistet vielmehr die große Bindehaut

[1] Die in Cephalopodennamen so oft wiederkehrende Bezeichnung Teuthis geht auf das griechische Wort für Tintenfisch „Τευθίς“ zurück.

zwischen den Armen, die Umbrella, deren schnelles Zusammenschlagen ebensogut einen Rückstoß bewirkt wie das gewaltsame Ausstoßen des Atemwassers durch den Trichter. Die meist kräftigen, sehr beweglichen Flossen stützen sich auf eine sattel- oder hufeisenförmige Schale, den sogenannten Rückenknorpel. Haut und Muskulatur zeigen auch hier jene für Tiefseewesen charakteristische, gallertige Verquellung.

Die bekannteste Familie unter den Cirraten ist die der **Cirroteuthiden** mit den Hauptgattungen Cirroteuthis *Eschr.* und Stauroteuthis *Vll.* Cirroteuthis mülleri *Eschr.* ist



Opisthoteuthis depressa *Ijima et Ikeda.* Natürliche Größe.

an der westgrönländischen Küste und in großer Tiefe nordöstlich von Island gefunden worden. In den antarktischen Meeren wird sie durch die riesige Cirroteuthis magna *Hoyle* vertreten. Die Tiefen des Ostatlantik bewohnt Stauroteuthis umbellata *P. Fisch.*, die noch Reste einer Radula besitzt. Wieder andere Formen sind aus dem Stillen, Atlantischen und Indischen Ozean beschrieben worden. Trotz der weiten Verbreitung, die fast alle zeigen, gehören sie zu den größten Seltenheiten unserer zoologischen Museen. Mit wenigen Ausnahmen (z. B. Vampyroteuthis *Chun*) führen die Cirraten ein Leben unmittelbar über oder auf dem Boden der Tiefsee. Am weitesten in der Anpassung an das Grundleben ist Opisthoteuthis *Vll.* gegangen. Während Cirroteuthis im ganzen die normalen Umrisse eines Polypus behalten hat, ist jene Gattung merkwürdig umgestaltet. Durch eine überaus starke

Abflachung des Mantelsacks ist der Trichter scheinbar an das hintere Körperende gerückt. Denkt man sich, um ein drastisches Bild zu gebrauchen, einen gewöhnlichen Oktopoden, etwa Moschites, nachdem man ihn mit dem völlig ausgebreiteten Armschirm fest an den Grund gepreßt hat, von oben nach unten zusammengedrückt, so daß der Eingeweidesack gleichsam in den Kopffuß hineingequetscht erschiene, so erhielte man ungefähr eine Opisthoteuthis-ähnliche Form (Hescheler). Am stärksten abgeflacht ist die japanische Opisthoteuthis depressa *Ijima et Ikeda*, die auf den ersten Blick eher einem häutigen Seestern als einem Kopffüßer gleicht (s. nebenstehende Abbildung). Die Färbung der Oberseite ist schokoladebraun, die der Unterseite purpurrot bis violett.

Durch die deutsche Tiefsee-Expedition auf dem Dampfer „Valdivia" ist die Gattung auch im Mentaweibecken (Westküste von Sumatra) und an der ostafrikanischen Küste nachgewiesen, hier sogar in ungewöhnlich großen Exemplaren. Im Atlantischen Ozean wird sie durch Opisthoteuthis agassizii *Vll.* vertreten, die sowohl von der amerikanischen als auch von der europäischen Seite bekannt wurde. Die Cirraten sind ausschließlich Tiefenbewohner; nur dort, wo kalte Meeresströmungen an der Küste entlang laufen, dringen sie bis ins untere Litoral vor.

2. Unterordnung: **Zehnarmige Tintenfische (Decapoda).**

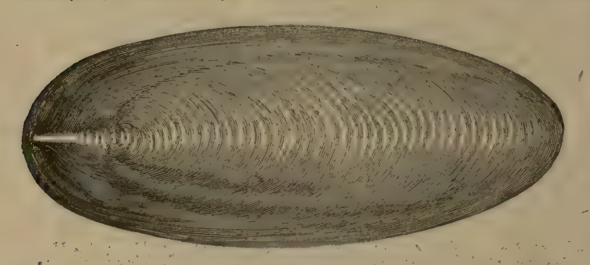
Zu den zehnarmigen Tintenfischen gehören alle mit gestielten Saugnäpfen versehenen Kopffüßer, die außer den acht eigentlichen Armen noch die beiden früher (S. 580) erwähnten, oft in Taschen zurückziehbaren Tentakel haben, die zum Ergreifen der Beute lassoartig vorgeschleudert werden können. Fast alle Zehnfüßer haben im Rücken eine Schale, die, wenn sie kalkig, als Schulp, wenn hornig, als Gladius oder Rückenfeder bezeichnet wird. Bei einigen Formen findet sich nur noch ein Schalenrest. Die weitaus meisten Arten leben auf hoher See und sind schnelle Schwimmer. Die Dekapoden zerfallen in zwei Gruppen; den Unterschied der beiden in der Ausbildung der Augen haben wir uns schon klar gemacht (S. 581). Wir benutzen die darauf beruhende Einteilung und betrachten zunächst die Myopsiden. Sie haben vor der Linse noch eine durchsichtige Hornhaut, die nur durch ein enges Loch Seewasser in die vordere Augenkammer einläßt. Wir bemerken allerdings, daß sich eine scharfe Grenze zwischen den beiden Gruppen der Myopsiden und Ögopsiden nicht ziehen läßt, weshalb manche Autoren, zuletzt Naef, diese Einteilung verwerfen.

a) Myopsiden.

Wir beginnen mit der sehr zierlichen Sepiola, deren Abbildung schon oben (S. 578) gegeben wurde. Die im ganzen Mittelmeere häufige Sepiola rondeletii *Leach* zeigt als Gattungsmerkmale einen kurzen, abgerundeten Körper mit einer fast kreisrunden Flosse jederseits. Die stabförmige Rückenfeder ist hornig, biegsam und nur halb so lang wie der Körper. Unsere Art gehört zu den kleineren Cephalopoden, da Stücke, deren Gesamtlänge vom Hinterende bis zur Spitze der ausgestreckten Greifarme 16 cm beträgt, schon selten sind. Die Stücke des Triester Fischmarktes werden höchstens 8 cm lang. Die Tiere gewähren im Leben durch ihre zarte, rosenrote Färbung bei großer Durchsichtigkeit einen lieblichen Anblick. Diese Art lebt an den Küsten nahe dem Boden; O. Schmidt hat sie sogar im Hafen von Triest mit dem Schleppnetz gefangen. Eine wenig größere Form (Heteroteuthis dispar *Rüpp.*) kommt auf Schlammgrund in einer Tiefe von 90 bis 200 m in Gesellschaft der Moschuskraken vor. Sepiola scheint ein Standtier zu sein und nicht zu wandern, da

man sie zu allen Jahreszeiten, aber nie in großen Mengen fängt. Sie schwimmt sehr graziös; dabei sind die Greifarme gewöhnlich ganz eingezogen, und der Kopf steckt sozusagen zwischen den Schultern. Ihr Fleisch ist sehr geschätzt. Was O. Schmidt noch als Spielarten der Sepiola betrachtete, hat sich inzwischen als besondere Arten herausgestellt. Naef konnte zeigen, daß die Sepiola des Mittelmeeres nebst der nächstverwandten Rossia *Owen*, die von den Fischern zusammengeworfen werden, in eine ganze Reihe von Gattungen und Arten zerfällt (Sepietta *Naef*, Rondeletia *Naef*). Sie sind aber nur durch genaue Untersuchung, besonders der Männchen, zu unterscheiden.

Eine der wichtigsten und in vielen populären und elementaren Werken am häufigsten genannten Gattungen der zehnfüßigen Dibranchiaten ist der Gemeine Tintenfisch oder die Sepia (Sepia *L.*), mit deren Namen man auch den Tintensaft und die daraus gewonnene Malerfarbe bezeichnet, und deren kalkiger Rückenschulp dem Apotheker als os sepiae (Sepienknochen) bekannt ist. Die Sepien haben einen eiförmigen, platten Körper, der ringsum von einer Flosse umsäumt ist. Am weitesten verbreitet und häufigsten, namentlich im ganzen Mittelmeer, ist die Gemeine Sepia, Sepia officinalis *L.* Ihre Arme sind mäßig lang, nur die Greifarme sind länger als der Körper, ihr napftragendes Ende ist lanzettförmig. Der ovale Rückenknochen (s. die Abbildung) zeigt mit dem abgerundeten, gleichmäßig geschärften Rande nach dem Kopfe; das Hinterende ist durch einen kurzen Dorn in der Mittellinie gekennzeichnet. Die von einem Konchinrahmen eingefaßte Schale besteht größtenteils aus sehr zahlreichen, schief nach oben gerichteten Kalkblättchen, die untereinander fest verbunden sind. Man zerreibt sie zu Zahnpulver. — Von allen Kopffüßern besitzt Sepia zweifellos den größten Tintenbeutel; deshalb lohnt sich auch nur bei ihr die Gewinnung des darin enthaltenen Farbstoffs. Der am lebenden Tier unterbundene, dann herausgeschnittene und getrocknete Tintensack wird mit Ätzkali verkocht; der darauf durch Neutralisation gefällte Niederschlag wird mit Gummiarabikum verrieben. Der so gewonnene, in der Malerei sehr geschätzte Farbstoff gehört chemisch zu den Melaninen, die man z. B. auch in der Negerhaut, im Haar und in der Aderhaut des Auges findet.



Rückenschulp der Gemeinen Sepia, Sepia officinalis *L.* Kleines Exemplar.

Im Zustand der Ruhe herrscht auf der ganzen Rückenfläche eine braungelblich irisierende Färbung vor. Der Kopf ist noch etwas bunter, die Augenkugeln bläulich, die Arme grünlich, mit weißen Flecken in bestimmter Anordnung und Menge, je nach den verschiedenen Armpaaren. Die Flossen, die als unmittelbare Fortsetzungen der Rückenhaut erscheinen, sind durchsichtig violett gefärbt und bedeckt mit kleinen, weißen Flecken. Die Männchen sind an einer hellen Linie am äußeren Rande der hinteren zwei Drittel der Flossen kenntlich. Wenn das Tier erregt ist, starrt der Rücken von unregelmäßigen Höckern von schöner, dunkel kastanienbrauner Farbe mit kupfernem Metallglanz. Vom Kopfe und den Armen, deren sonst weiße Flecke sich ebenfalls kupferrötlich färben, geht dann ein grünlicher Schimmer aus, während die Augäpfel in rosenroten, blauen und grünen Silberlichtern erglänzen. Die Flossenfärbung ändert sich nur wenig, während die Bauchseite stark irisiert, und wolkige Flocken



Gemeiner Tintenfisch.

1/2 natürlicher Größe.

Flossen halten das Tier frei im Wasser. Fischer sah jedoch auch oft, daß es nicht einmal dieser schwachen Ruderbewegungen zu der freien wagerechten Stellung bedarf. Die Vereinigung der Arme zu einer Art von hinten nach vorn gesenkter Pyramide verleiht den Sepien ein eigentümliches Aussehen. Man ist erstaunt über die Ähnlichkeit ihres Kopfes mit dem eines Elefanten. Die drei oberen Armpaare stellen den Rüssel vor, und das untere Ende der vierten Arme ähnelt dem Unterkiefer. In dieser Stellung treten die Greifarme gar nicht hervor. Sie befinden sich in Taschen zwischen den Basen des dritten und vierten Armpaares eingerollt. In der Ruhelage werden mitunter aber die obersten Arme auseinander gespreizt und wie zwei Fühler senkrecht erhoben.

„Der Gebrauch der Greifarme", sagt Fischer, „war mir ganz unbekannt, bis ich die Genugtuung hatte, sie eines Morgens in Bewegung zu sehen. In einem Aquarium lebte seit einem Monat eine mittelgroße Sepia, die während dieser Zeit nichts gefressen hatte. Man tat einen lebenden Fisch, einen Caranx, von bedeutender Größe zu ihr hinein, der ohne Argwohn umherschwamm und sich dem Schlupfwinkel der Sepia näherte. Kaum hatte sie ihn wahrgenommen, als sie mit einer erstaunlichen Schnelligkeit und Geschicklichkeit die Greifarme entfaltete, ausstreckte, den Fisch ergriff und an ihren Mund zog. Die Greifarme zogen sich sogleich wieder zurück und verschwanden, die übrigen Arme aber legten sich fest um den Kopf und das Vorderende des unglücklichen Fisches. Die Sepia ließ ihre Beute nicht wieder los und schleppte sie trotz des verhältnismäßig großen Gewichtes nach allen Richtungen, leicht einherschwimmend und ohne sich auf dem Grunde oder auf den Felsblöcken auszuruhen Der Fisch wurde horizontal gehalten, und nach einer Stunde ließ sie ihn fallen. Der Schädel war geöffnet, und das Gehirn sowie ein Teil der Rückenmuskeln gefressen."

Die Sepien, die in die großen Bassins des Aquariums in Neapel meistens in Gesellschaft von Seesternen gebracht werden, gewöhnen sich sehr schnell an ihre neue Umgebung. Ihren Unmut betätigen sie durch reichlichen Tintenwurf nur dann, wenn sie, um dem Publikum das interessante Schauspiel zu zeigen, unsanft mit einem Stabe berührt werden. Bewegung lieben sie nicht, da sie ebensowenig wie die Oktopoden nach Beute umherstreifen, sondern auf sie lauern. Wenn sie nicht frei und unbeweglich im Wasser stehen, liegen sie auf dem Grunde, entweder schlafend mit geschlossenen Augen, blinzelnd oder spähend. Ist ihnen Sand oder feinerer Kies zur Unterlage gegeben, so bedecken sie sich ganz nach Art der auf den Fang lauernden Schollen und Rochen, indem sie mit den Flossen Steinchen auf den Rücken schaufeln (s. die Farbentafel, unten). Dabei paßt Sepia ihre Färbung so ausgezeichnet der Umgebung an, daß Mensch und Tier getäuscht werden und sie erst dann wahrnehmen, wenn sie plötzlich auf die Beute losfährt. Nach Heincke erscheint Sepia officinalis ganz gelegentlich auch in der Nordsee; Bruchstücke ihrer Schale werden aber häufig am Strande von Borkum und Norderney gefunden. Sehr viele Arten sind von der Gattung Sepia beschrieben worden. Der Versuch Rochebrunes, sie deshalb in mehrere Untergattungen zu spalten, hat jedoch wenig Anklang gefunden.

Außer dem Gemeinen Tintenfische sind im Mittelmeere noch zwei kleinere Arten häufig. Die Rumpflänge der zierlichen Sepia elegans *Orb.* beträgt meist 2—3 cm, selten mehr; die etwas größere Sepia orbignyana *Fér.* zeichnet sich durch eine beträchtliche Verlängerung des Schulpdornes aus, der am Hinterende die Haut durchbohrt. Besonders reich an Sepia-Arten ist die japanische Fauna. Von den vielen, oft beträchtliche Größe erlangenden Formen erwähnen wir nur Sepia peterseni *App.*, deren zweite Arme eine ungewöhnliche Länge haben und darin selbst die Tentakel übertreffen.

Außer den Sepioliden und Sepiiden werden trotz ihrer im wesentlichen an Ögopsiden erinnernden Gestalt zu der behandelten Abteilung noch die Echten Kalmare (Loliginidae)



Gemeiner Kalmar, Loligo vulgaris *Lam.*, daneben der hornige Rückenschulp. Natürliche Größe.

mit den Gattungen Loligo *Schn.*, Teuthis *Schn.* und Sepioteuthis *Blv* gerechnet. Der nackte, zylindrische Körper ist hinten zugespitzt (torpedoförmig), und die oben fast aneinande

sitzenden Flossen geben ihm die Gestalt eines Pfeiles. Die hornige Rückenfeder hat eine lanzettähnliche Form. Die häufigste Art ist der Gemeine Kalmar, Loligo vulgaris *Lam.* (Abb., S. 605), der Calamaio (Tintenfaß) der Italiener. Seine Flossen bilden zusammen etwa ein Rhomboid, das die hinteren zwei Drittel des Rumpfes einnimmt. Von den Armen ist das erste Paar bedeutend kürzer als die übrigen; die Tentakel sind ungefähr anderthalbmal so lang als der Leib und auf ihren Keulen mit vier Reihen sehr ungleich großer Saugnäpfe bewehrt. Die besondere Eigentümlichkeit der Färbung besteht im Vorherrschen eines prächtig leuchtenden Karminrots. Er erreicht nur selten eine beträchtliche Größe; die mittlere Länge, ohne die Greifarme, beträgt 30 cm; die Weibchen werden etwas größer. Wegen seines zarten Fleisches und guten Geschmacks ist er außerordentlich begehrt; auf dem Neapler Markte bezahlt man 5—6 Lire für das Kilogramm. Im Mittelmeer und im südlichen Atlantik ist der gemeine Kalmar sehr verbreitet; als Irrgast kommt er zuweilen in die nördliche Nordsee. Man trifft ihn zu allen Jahreszeiten an, namentlich aber im Herbste, wo er in großen Zügen streift. In Massen fängt man ihn dann nachts in den für die Thunfische aufgestellten Netzen; gut fallen auch die Fänge mit dem Zugnetz aus, wenn man es bei Vollmond über sandigen und schlammigen Grund schleift. Meist richten sich die Wanderungen des gemeinen Kalmars nach den Zügen kleiner Fische, denen er nachstellt.

Der Gemeine Kalmar ist im Neapler Aquarium ein häufiger, wenn auch kurzlebiger Gast und zeigt als Bewohner des offenen Meeres ein von dem einsiedlerischen Leben seiner oben besprochenen Vettern völlig abweichendes Benehmen. Da er gesellig lebt, wird er in den Fischernetzen gewöhnlich in größerer Zahl gefangen. Im Aquarium dauern die Kalmare leider nur wenige Tage aus; in ununterbrochener, einförmiger Bewegung schwimmen sie eng beieinander hin und her. Das anmutige, flugähnliche Rudern mit den Flossen wird durch leichte Wasserstöße aus dem Trichter unterstützt. Die nach vorn ausgestreckten Arme übernehmen die Steuerung; sorgfältig wird eine Berührung der Wände des Behälters vermieden. Fast gleichzeitig wechselt die ganze Herde die Richtung. Während die Oktopoden und Sepien sich im Aquarium für viele Monate häuslich einrichten und sogar auf die Fortpflanzung bedacht sind, fühlt sich der Kalmar augenscheinlich recht unbehaglich. Schon nach einigen Tagen ruhelos verbrachter Gefangenschaft werden die Bewegungen langsamer und schwankender; die Tiere verlieren die Orientierung, stoßen sich und sterben ab.

Wesentlich größer als der Gemeine wird der Nordische Kalmar, Loligo forbesi *Stp.* Er ist in der Nordsee häufig und gerät den Fischern oft in die Kurre. Seine Färbung ist noch schöner als die des vorigen; das Rot leuchtet weniger grell. An der Ostküste der Vereinigten Staaten sammeln sich Ende April zum Zwecke des Laichens ungeheure Züge des Amerikanischen Kalmars, Loligo pealii *Les.* Sie bilden den Gegenstand einer großzügigen Fischerei. Im Jahre 1902 wurden allein bei Rhode Island 42550 kg im Werte von fast 11000 Mark, bei Massachusetts 2432530 kg im Werte von 106430 Mark gefangen. In gefrorenem Zustande schickt man, nach Williams, große Massen dieses Kopffüßers ins amerikanische Inland.

Die kleineren, meist zur Gattung Teuthis gehörigen Loliginen sind in allen europäischen Meeren heimisch; ihr Rumpf ist am Hinterende stark verjüngt und oft in eine lange Spitze ausgezogen. Vom Genus Sepioteuthis, das — allerdings nur bei oberflächlicher Betrachtung — eine Mittelstellung zwischen Sepia und Loligo einzunehmen scheint, ist die von Neuseeland über das pazifische Inselgebiet bis Japan verbreitete Sepioteuthis lessoniana *Fér. et Orb.* am bekanntesten.

Trotz ihrer scheinbar sehr abweichenden Schalenbildung gehört auch die merkwürdige Gattung Spirula *Lam.* nach Chuns trefflichen Untersuchungen über ihre Anatomie zu den bis jetzt besprochenen Dekapoden. Das **Posthörnchen, Spirula australis** ***Lam.*** **(spirula** ***L.*****)**, besitzt eine zierliche, in einer Ebene gewundene, vielkammerige Schale, die an der konkaven Innenseite von einem Sipho durchzogen wird, und deren Windungen sich nicht berühren. Äußerlich mag dieses Gehäuse zwar an das des Nautilus (S. 589) erinnern; den wesentlichsten Unterschied beider Gebilde erwähnten wir jedoch schon: die Spirula-Schale ist nämlich bauchwärts (endogastrisch), also in entgegengesetzter Richtung als das Gehäuse des Perlbootes aufgerollt. Außerdem ist sie im Verhältnis zum zugehörigen Tiere sehr klein; es kann sich nicht in sie zurückziehen, besonders schon deshalb nicht, weil sie innerlich ist. Das weiße, perlmutterglänzende Gehäuse liegt im Mantel am hinteren Körperende und schimmert durch die zarte Haut hindurch. Obwohl das Spirula-Hörnchen von den Schulpen der übrigen Dekapoden sehr abweichend gebaut zu sein scheint, läßt sich doch an Hand einiger fossiler Zwischenformen ein gemeinsamer Grundplan für den Aufbau der Schalen von Sepia und Spirula nicht leugnen. Auch seiner ganzen Gestalt und Anatomie nach weist das Posthörnchen enge Beziehungen zu Sepia und namentlich zu den Sepioliden auf. Auffallend ist eine Grube am Hinterende des Tieres, die schon der alte Rumph für einen Saugnapf erklärte, mit dem es sich an Felsen befestigen sollte. Ihre Lage zwischen den kleinen, endständigen Flossen macht die Annahme eines Haftapparates aber wenig wahrscheinlich. Chun betrachtet das Gebilde auf Grund mikroskopischer Prüfung deshalb als Leuchtorgan.



Posthörnchen, Spirula australis *Lam.* (spirula *L.*). Links Weibchen von der Rückenseite, rechts von der rechten Seite, Mantel und Schale halbiert dargestellt. Nach Chun (Baldiviawerk, Band XVIII). Tr Trichter, A After, N Nierenöffnung, S Sipho, Fl Flosse, L Leuchtorgan, Kn Schließknorpel.

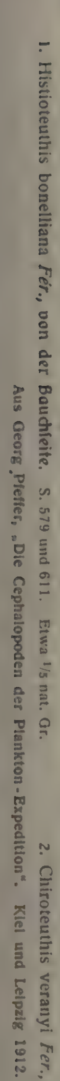
Über die geographische Verbreitung der Spirula wissen wir nur sehr wenig. Daß die Schale, die infolge ihres großen Luftgehaltes nach dem Verwesen der Weichteile an die Oberfläche steigt und von den Meeresströmungen weithin — selbst bis an die französische Küste — verfrachtet wird, keinen Maßstab für die Verbreitung dieses Tieres geben kann, ist klar. Obwohl die zierlichen Gehäuse massenhaft an den Strand der wärmeren Meere

geworfen werden, sind ganze Tiere nur selten und vereinzelt vom Tiefseenetz heraufgebracht worden. Chun hat nachgewiesen, daß sie nicht am Boden leben, sondern als vortreffliche Schwimmer ein pelagisches Leben in der Tiefsee führen. Ein wohlerhaltenes Stück wurde im Nias-Südkanal bei Sumatra in 594 m Tiefe von Chun erbeutet. Eine wichtige Fundstelle scheint auch die kalte Kanarienströmung an der westafrikanischen Küste zu sein.

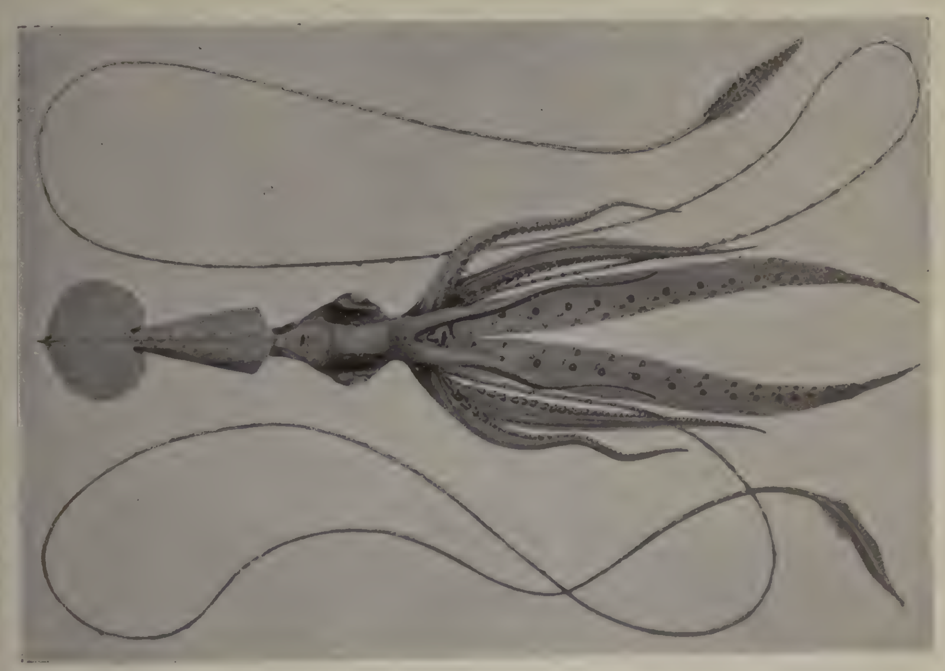
b) Die Ögopsiden.

Die vielgestaltige und formenreiche Gruppe der Ögopsiden stellt den größten Teil der Cephalopodenfauna des hohen Meeres und der Tiefsee. Die bedeutenden Expeditionen der letzten Jahrzehnte gaben durch ihre reiche Ausbeute zu besonders eingehenden Untersuchungen über diese Tiere Veranlassung. Wir verdanken namentlich zwei deutschen Forschern die genauesten Aufschlüsse, Chun und Pfeffer. Chun hat die Kopffüßer der Valdivia-Expedition zu seinem besonderen Studium gemacht. Schon während der Reise suchte er durch Skizzen Farbe und Form der lebenden Tiere festzuhalten; in der Dunkelkammer untersuchte er sie auf ihre Phosphoreszenz. Später hat er in mühsamer Spezialarbeit ihren anatomischen Bau durchforscht, so daß ein grundlegendes Prachtwerk entstanden ist. Etwa zu gleicher Zeit gab Pfeffer an Hand des Materials der Plankton-Expedition eine vorzügliche systematische Durcharbeitung der Ögopsiden heraus.

Die Gruppe zerfällt in zwölf meist artenreiche Familien. Raummangel zwingt uns leider, nur einige bemerkenswerte Vertreter zu näherer Betrachtung herauszugreifen. Da sind zunächst jene schon (S. 587) erwähnten Riesenformen der Gattung Architeuthis *Stp.* Meist sind nur Bruchstücke dieser Ungeheuer, die bis 17 m Länge erreichen, bekanntgeworden. Auch manche Arten der Familie der Ommatostrephiden (Nacktaugenkalmare) erreichen in einzelnen Stücken oft eine beträchtliche Größe. Uns interessieren hier die besonders im Mittelmeere häufigen Formen dieser Sippe, zunächst der Pfeilkalmar, Ommatostrephes sagittatus *Lam.* Er ist schlank, etwa von der Gestalt eines Loligo, und ein trefflicher Schwimmer. Bei Neapel fischt man ihn im Hochsommer und Herbst nachts mit der Laterne, da er nur um diese Jahreszeit aus dem Halbdunkel mittlerer Tiefen emporsteigt. Sein naher Verwandter, der Kurzflossige Kalmar, Illex illecebrosus coindetii *Vér.*, ist noch häufiger. In einer geographischen Abart erscheint er, nach Verrill, in großen Schwärmen auch an der ostamerikanischen Küste von Kap Cod bis Neufundland. Zu den Ommatostrephiden gehört ferner der über alle wärmeren und gemäßigten Meere verbreitete Fliegende Kalmar, Stenoteuthis bartrami *Les.*, der „Flying squid“ der Amerikaner. Er ist der häufigste aller Ögopsiden und bildet an der Neufundlandbank den Gegenstand einer großartigen Fischerei; sein Fleisch wird allerdings meist als Köder für den Dorschfang benutzt. Der gewaltige Rückstoß des aus dem Trichter gespritzten Wassers läßt ihn nicht selten wie einen Pfeil über den Meeresspiegel schnellen, so daß er wohl ähnlich wie die Flugfische gelegentlich auf dem Verdeck eines Schiffes landet. Seine Scharen stellen den jungen Makrelenschwärmen nach, die das seichte Wasser der Küste aufsuchen, um Schutz vor den Verfolgern zu finden. Dabei geraten die Kalmare leicht auf den Strand und sind verloren, denn durch ihre krampfhaften Atemstöße geraten sie nur immer weiter aufs Land: ein sinnfälliger Beweis für die rein pelagische Anpassung dieser Tiere; sie haben die Fähigkeit, sich am Boden zweckdienlich zu benehmen, völlig eingebüßt. Als Jugendform der Ommatostrephiden betrachtet man eine merkwürdige, als Rhynchoteuthion *Pffr.* beschriebene Larve. Ihre beiden obersten Arme sind miteinander verwachsen und erscheinen zusammen wie ein Rüssel.



1. Histioteuthis bonelliana *Fér.*, von der Bauchseite. S. 579 und 611. Etwa 1/5 nat. Gr.



2. Chiroteuthis veranyi *Fér.*, von der Rückenseite. S. 612. Etwa 1/2 nat. Gr.

Aus Georg Pfeffer, „Die Cephalopoden der Plankton-Expedition". Kiel und Leipzig 1912.

und Geschlechtsunterschiede noch beschäftigt, ist zwischen den [illegible]rmen ein mächtiges, an die Umbrella mancher Oktopoden erinnerndes Segel ausgesp[illegible]t; im Verhältnis zu ihm erscheint der Rumpf auffallend klein.

Mehrere besondere Eigentümlichkeiten zeigt uns die G[illegible]ung Chiroteuthis *Orb.* (Loligopsis) von den Chiroteuthiden, mit der ganz ausgezeich[illegible]en Art Chiroteuthis veranyi *Fér.* im Mittelmeer. Der scharf vom Kopf abgesetzte, k[illegible]che Rumpf trägt an seiner hinteren Hälfte eine herzförmige und sehr dünne Flossensch[illegible]e; der runde Kopf ist etwas breiter als der Rumpf; unverhältnismäßig groß sind die Ar[illegible]. Die Arme nehmen in der Reihenfolge vom Rücken nach unten an Länge und Dicke z[illegible] Am auffallendsten sind aber die beiden Tentakel gestaltet; sie messen nämlich fast 1 m, w[illegible]end die Körperlänge bis zur Spitze der Arme nur gegen 30 cm beträgt, und sind von d[illegible] Stärke einer feinen Schnur, die am Ende in eine lanzettförmige, napftragende Keule [illegible]vergeht. Abb. 2 der Tafel „Weichtiere V" bei S. 610 bringt die Länge dieser Greifarm[illegible] vortrefflich zur Anschauung; sie müssen in der Tat ausgezeichnete Fangwerkzeuge sein. Di[illegible]rt bläuliche Färbung und fast vollständige Durchsichtigkeit der Ch. veranyi läßt einen S[illegible]ß auf ihre Lebensweise zu. Und in der Tat finden wir sie bei Windstille im offenen Mee[illegible] während der schönen Jahreszeit mitten unter den Medusen und Salpen. Als Jugendfor[illegible]der Chiroteuthiden betrachtet man unter anderen die überaus langgestreckte Doratopsis [illegible]rmicularis *Rüpp.* Bei dem Mangel aller Farbzellen gleicht sie am ehesten einem im Wa[illegible] treibenden Stück Eis. Man würde sie sicher übersehen, wenn nicht die zwei schwarzen Au[illegible] sie verrieten. Die jüngsten Expeditionen haben uns eine Reihe reizvoller Formen au[illegible]ieser Familie beschert. Angeführt sei hier nur die feuerrote Mastigoteuthis hjorti *Chu[illegible]* vom mittleren Nordatlantik, deren Haut eine rhombische Pflasterung zeigt.

Die gallertige Verquellung und die Durchsichtigkeit [illegible] wohl am weitesten bei den Cranchiiden gediehen. Es sind kleine Kopffüßer mit pfeil- [illegible]r tönnchenförmigem Rumpf und zierlichen, endständigen Flossen. Eine merkwürdige Eig[illegible]ümlichkeit besteht darin, daß der Mantel außer der dorsalen Verwachsung mit dem Kop[illegible] auch ventral zwei feste Verbindungen mit dem Trichter zeigt. Offenbar erhöht diese Ein[illegible]tung die Bewegungsfähigkeit dieser ausschließlich pelagisch lebenden Tiere. Bei der hie[illegible]rgehörigen Leachia cyclura *Leach* werden die Fangarme abgeworfen; kurze Stümpfe v[illegible]aten ihr ursprüngliches Vorhandensein. Haken finden sich auf den Tentakeln nur bei [illegible]teuthis *Joub.* Einige Tiefseevertreter dieser Familie sind durch abenteuerliche Auge[illegible]ungen ausgezeichnet. Die Augen sind entweder gestielt oder teleskopartig vorgetrieben[illegible]wobei es dahingestellt bleibt, ob alle diese Formen im erwachsenen Zustande ihre Umrisse [illegible]ahren oder, einzelne wenigstens, nur in der Jugend diese Absonderlichkeit besitzen. [illegible] abgebildete Bathothauma lyromma *Chun* (s. Tafel „Weichtiere V", 5) zeigt deutlich, [illegible]ich die unverhältnismäßig großen Augen hervordrängen, um von der magischen Phosp[illegible]zenzbeleuchtung der Weltmeertiefen möglichst viel Nutzen zu ziehen.

Dieses Licht entsteht durch die Leuchtorgane der Tiefs[illegible]iere. Bei den Cephalopoden ist die Leuchtfähigkeit ganz besonders vielseitig ausgestaltet. Man unterscheidet hier zwei Arten von Leuchtorganen; die einen sind Drüsen und sc[illegible]den ein leuchtendes Sekret ab, die anderen haben einen Leuchtkörper, sind augenartig [illegible]formt und wirken wie eine

Blendlaterne. Leuchtdrüsen sind auf die myopsiden Sepioliden beschränkt. Über die Bedeutung und Tätigkeit dieser Organe bei Heteroteuthis dispar *Rüpp.* schreibt W. Th. Meyer: „Wir sind über die Bedeutung dieses Leuchtorgans unterrichtet, da das Tier infolge von aufsteigenden Strömungen häufig noch lebenskräftig an die Oberfläche gelangt. Im Dunkeln sieht man das Leuchtorgan durch den Mantel der Bauchseite hindurchschimmern. Das Tier reagiert auf mechanische Reizung durch den Auswurf seines leuchtenden Sekretes, wie Tintenfische der Oberfläche durch Tintenauswurf, und schießt durch den Rückstoß des gleichzeitig aus dem Trichter ausgestoßenen Wassers rückwärts davon. Das schleimige Sekret schwimmt in grünlich leuchtenden Kugeln und Fäden durchs Wasser. Die Erscheinung ist so zu verstehen: der durch das Licht herbeigelockte Feind wird durch die Leuchtkugeln des ihm entgegengeblasenen Sekretes getäuscht und schnappt nach diesen, während der Tintenfisch sich dank des Rückstoßes in Sicherheit bringt. So übernimmt das Leuchtsekret die Wirkung der



Wunderlampe, Lycoteuthis (Thaumatolampas) diadema *Chun*, schwimmend, von der Seite. Nach Chun („Valdiviawerk" Band XVIII).

Tinte, deren Wolke in dem Dunkel der Meerestiefen wirkungslos bleiben würde, und in der Tat ist der Tintenbeutel rückgebildet."

Bei den Oegopsiden weit verbreitet sind die schon erwähnten Leuchtorgane vom sogenannten Laternentyp. Hören wir zunächst Chuns Schilderung von der Wirkung bei einem der ausgezeichnetsten Vertreter:

„Die Wunderlampe, Lycoteuthis (Thaumatolampas) diadema *Chun*, ist mit 22 Organen ausgestattet, welche eine eigentümliche Gruppierung aufweisen. Jeder der beiden großen Fangarme besitzt deren zwei, der Unterrand der Augen ist von je fünf Organen umsäumt, und der Rest tritt in der aus der Figur ersichtlichen Anordnung auf der Bauchseite des Mantels auf. Unter allem, was uns die Tiefseetiere an wundervoller Färbung darbieten, läßt sich nichts auch nur annähernd vergleichen mit dem Kolorit dieser Organe. Man glaubte, daß der Körper mit einem Diadem bunter Edelsteine besetzt sei: das mittelste der Augenorgane glänzte ultramarinblau, und die seitlichen wiesen Perlmutterglanz auf, von den Organen auf der Bauchseite erstrahlten die vorderen in rubinrotem Glanze, während die hinteren schneeweiß oder perlmutterfarben waren mit Ausnahme des mittelsten, das einen himmelblauen Ton aufwies. Es war eine Pracht! Die Organe sind napfförmig gestaltet; ihre Außenfläche wölbt sich nach Art einer Linse vor und die Innenfläche ist mit schwarzem oder braunem Pigment bekleidet. Bei dem Konservieren in der Dunkelkammer

und Geschlechtsunterschiede noch beschäftigt, ist zwischen den Armen ein mächtiges, an die Umbrella mancher Oktopoden erinnerndes Segel ausgespannt; im Verhältnis zu ihm erscheint der Rumpf auffallend klein.

Mehrere besondere Eigentümlichkeiten zeigt uns die Gattung Chiroteuthis *Orb.* (Loligopsis) von den Chiroteuthiden, mit der ganz ausgezeichneten Art Chiroteuthis veranyi *Fér.* im Mittelmeer. Der scharf vom Kopf abgesetzte, konische Rumpf trägt an seiner hinteren Hälfte eine herzförmige und sehr dünne Flossenscheibe; der runde Kopf ist etwas breiter als der Rumpf; unverhältnismäßig groß sind die Augen. Die Arme nehmen in der Reihenfolge vom Rücken nach unten an Länge und Dicke zu. Am auffallendsten sind aber die beiden Tentakel gestaltet; sie messen nämlich fast 1 m, während die Körperlänge bis zur Spitze der Arme nur gegen 30 cm beträgt, und sind von der Stärke einer feinen Schnur, die am Ende in eine lanzettförmige, napftragende Keule übergeht. Abb. 2 der Tafel „Weichtiere V" bei S. 610 bringt die Länge dieser Greifarme vortrefflich zur Anschauung; sie müssen in der Tat ausgezeichnete Fangwerkzeuge sein. Die zart bläuliche Färbung und fast vollständige Durchsichtigkeit der Ch. veranyi läßt einen Schluß auf ihre Lebensweise zu. Und in der Tat finden wir sie bei Windstille im offenen Meere während der schönen Jahreszeit mitten unter den Medusen und Salpen. Als Jugendform der Chiroteuthiden betrachtet man unter anderen die überaus langgestreckte Doratopsis vermicularis *Rüpp.* Bei dem Mangel aller Farbzellen gleicht sie am ehesten einem im Wasser treibenden Stück Eis. Man würde sie sicher übersehen, wenn nicht die zwei schwarzen Augen sie verrieten. Die jüngsten Expeditionen haben uns eine Reihe reizvoller Formen aus dieser Familie beschert. Angeführt sei hier nur die feuerrote Mastigoteuthis hjorti *Chun* vom mittleren Nordatlantik, deren Haut eine rhombische Pflasterung zeigt.

Die gallertige Verquellung und die Durchsichtigkeit ist wohl am weitesten bei den Cranchiiden gediehen. Es sind kleine Kopffüßer mit pfeil- oder tönnchenförmigem Rumpf und zierlichen, endständigen Flossen. Eine merkwürdige Eigentümlichkeit besteht darin, daß der Mantel außer der dorsalen Verwachsung mit dem Kopfe auch ventral zwei feste Verbindungen mit dem Trichter zeigt. Offenbar erhöht diese Einrichtung die Bewegungsfähigkeit dieser ausschließlich pelagisch lebenden Tiere. Bei der hierhergehörigen Leachia cyclura *Leach* werden die Fangarme abgeworfen; kurze Stümpfe verraten ihr ursprüngliches Vorhandensein. Haken finden sich auf den Tentakeln nur bei Galiteuthis *Joub.* Einige Tiefseevertreter dieser Familie sind durch abenteuerliche Augenbildungen ausgezeichnet. Die Augen sind entweder gestielt oder teleskopartig vorgetrieben, wobei es dahingestellt bleibt, ob alle diese Formen im erwachsenen Zustande ihre Umrisse bewahren oder, einzelne wenigstens, nur in der Jugend diese Absonderlichkeit besitzen. Das abgebildete Bathothauma lyromma *Chun* (s. Tafel „Weichtiere V", 5) zeigt deutlich, wie sich die unverhältnismäßig großen Augen hervordrängen, um von der magischen Phosphoreszenzbeleuchtung der Weltmeertiefen möglichst viel Nutzen zu ziehen.

Dieses Licht entsteht durch die Leuchtorgane der Tiefseetiere. Bei den Cephalopoden ist die Leuchtfähigkeit ganz besonders vielseitig ausgestaltet. Man unterscheidet hier zwei Arten von Leuchtorganen; die einen sind Drüsen und scheiden ein leuchtendes Sekret ab, die anderen haben einen Leuchtkörper, sind augenartig geformt und wirken wie eine

Blendlaterne. Leuchtdrüsen sind auf die myopsiden Sepioliden beschränkt. Über die Bedeutung und Tätigkeit dieser Organe bei Heteroteuthis dispar *Rüpp.* schreibt W. Th. Meyer: „Wir sind über die Bedeutung dieses Leuchtorgans unterrichtet, da das Tier infolge von aufsteigenden Strömungen häufig noch lebenskräftig an die Oberfläche gelangt. Im Dunkeln sieht man das Leuchtorgan durch den Mantel der Bauchseite hindurchschimmern. Das Tier reagiert auf mechanische Reizung durch den Auswurf seines leuchtenden Sekretes, wie Tintenfische der Oberfläche durch Tintenauswurf, und schießt durch den Rückstoß des gleichzeitig aus dem Trichter ausgestoßenen Wassers rückwärts davon. Das schleimige Sekret schwimmt in grünlich leuchtenden Kugeln und Fäden durchs Wasser. Die Erscheinung ist so zu verstehen: der durch das Licht herbeigelockte Feind wird durch die Leuchtkugeln des ihm entgegengeblasenen Sekretes getäuscht und schnappt nach diesen, während der Tintenfisch sich dank des Rückstoßes in Sicherheit bringt. So übernimmt das Leuchtsekret die Wirkung der



Wunderlampe, Lycoteuthis (Thaumatolampas) diadema *Chun*, schwimmend, von der Seite. Nach Chun („Valdiviawerk" Band XVIII).

Tinte, deren Wolke in dem Dunkel der Meerestiefen wirkungslos bleiben würde, und in der Tat ist der Tintenbeutel rückgebildet."

Bei den Ögopsiden weit verbreitet sind die schon erwähnten Leuchtorgane vom sogenannten Laternentyp. Hören wir zunächst Chuns Schilderung von der Wirkung bei einem der ausgezeichnetsten Vertreter:

„Die Wunderlampe, Lycotheutis (Thaumatolampas) diadema *Chun*, ist mit 22 Organen ausgestattet, welche eine eigentümliche Gruppierung aufweisen. Jeder der beiden großen Fangarme besitzt deren zwei, der Unterrand der Augen ist von je fünf Organen umsäumt, und der Rest tritt in der aus der Figur ersichtlichen Anordnung auf der Bauchseite des Mantels auf. Unter allem, was uns die Tiefseetiere an wundervoller Färbung darbieten, läßt sich nichts auch nur annähernd vergleichen mit dem Kolorit dieser Organe. Man glaubte, daß der Körper mit einem Diadem bunter Edelsteine besetzt sei: das mittelste der Augenorgane glänzte ultramarinblau, und die seitlichen wiesen Perlmutterglanz auf, von den Organen auf der Bauchseite erstrahlten die vorderen in rubinrotem Glanze, während die hinteren schneeweiß oder perlmutterfarben waren mit Ausnahme des mittelsten, das einen himmelblauen Ton aufwies. Es war eine Pracht! Die Organe sind napfförmig gestaltet; ihre Außenfläche wölbt sich nach Art einer Linse vor und die Innenfläche ist mit schwarzem oder braunem Pigment bekleidet. Bei dem Konservieren in der Dunkelkammer

ergab es sich, daß sie tatsächlich noch eine schwache Phosphoreszenz erkennen ließen." Und über die Histioteuthiden schreibt Chun: „Körper meist lebhaft pigmentiert und auf der Ventralseite mit Leuchtorganen übersät; auf der Außenfläche der Arme stehen sie in Längsreihen, deren sich auf den Ventralarmen mehr als auf den übrigen vorfinden; das rechte Auge wird von zahlreichen, das linke nur von wenigen umsäumt." Jedes Laternorgan besteht zunächst aus einem kugeligen oder linsenförmigen Leuchtkörper, der in einem Pigmentbecherchen steckend schräg in die Haut eingesenkt ist. Zwischen ihn und die dunkle Hülle schiebt sich noch ein perlmutterglänzendes Gewebe, eine Art Reflektor, der die Strahlen zurückwirft und durch die vom Pigment freie Seite herausspiegelt. Der Bau dieser Laternen kann durch Nebenapparate, die selbst an den Organen ein und derselben Ögopsidenart in mannigfachster Zusammenstellung auftreten, recht kompliziert werden. So sind die 22 Organe der Wunderlampe allein nach nicht weniger als zehn verschiedenen Systemen gebaut.

Über die Bedeutung der Leuchtorgane kann man nur Vermutungen äußern. Es liegt zunächst nahe, in dem von ihnen ausstrahlenden Licht ein Mittel zur Erhellung der nächsten Umgebung des Tieres zu erblicken, damit es von seinen Augen Gebrauch machen kann. Offenbar kann der Kopffüßer willkürlich das Leuchten seiner Organe unterbrechen, gewissermaßen ein- und ausschalten. Vielleicht ist es ihm sogar möglich, sich durch intermittierende Lichtsignale optisch mit Artgenossen zu verständigen. Ist das der Fall, so wären die Leuchtorgane ein vortreffliches Mittel zum gegenseitigen Erkennen und Zusammenfinden von Tieren einer Art, sei es zum Zwecke der Fortpflanzung, sei es zur Schwarmbildung, wenn sie sich etwa nach Art der Kalmare zu maschinenhaft geregelten Zügen ordnen. Nach anderer Meinung dienen die Laternen vor allem dazu, Beutetiere anzulocken. Denn in dem Reich der dunklen, schwach bevölkerten Abgründe ist die erste Triebfeder für alle Bewohner ein unersättlicher Hunger. Er zwingt selbst die gleichzeitig im Netz gefangenen Tiere, während des Heraufholens übereinander herzufallen. Aber alle diese Annahmen genügen nicht, um den Zweck verschiedenfarbiger Lichter zu erklären, die den Zauber einer italienischen Nacht in die Tiefen des Weltmeeres verpflanzen.

Wir haben im vorhergehenden einen höchst wichtigen und merkwürdigen Punkt der Naturgeschichte der Kopffüßer mit Stillschweigen übergangen, den Geschlechtsunterschied. Bei den meisten Cephalopoden sind äußerlich bei oberflächlicher Betrachtung wesentliche Unterschiede zwischen Männchen und Weibchen nicht wahrzunehmen. Daß sich z. B. die männliche Sepia durch die weiße Linie auf den Flossen erkennen läßt, daß die Loligo-Weibchen einen längeren Rumpf haben, war seit langem bekannt. Daß aber bei den Männchen ein oder mehrere Arme abweichend von den übrigen gebaut sind und als Begattungsorgan gebraucht werden, ist erst eine Entdeckung jüngerer Zeit. Nur der geniale Beobachter Aristoteles hat schon im 4. Jahrhundert vor unserer Zeitrechnung davon Kunde gehabt; seine kurzen Angaben wurden aber nicht verstanden und gerieten in Vergessenheit. Am weitesten geht die Umwandlung des betreffenden Armes bei den Argonautiden; bei Ocythoe und Tremoctopus ist es der dritte rechte, bei Argonauta (s. die Abb.) der dritte linke Arm, der abweichend gestaltet ist. Er ähnelt zwar den normalen Armen, indem er auch Saugnäpfe trägt, aber durch seine Länge, durch einen peitschenförmigen Anhang und in seinem inneren Bau weicht er erheblich ab. Vor seiner Benutzung liegt er eingerollt in einer birnenförmigen Blase, die zur Zeit der Reife platzt. Bei der Begattung reißt der sich entrollende

Arm ab und bleibt noch längere Zeit in voller Frische und Beweglichkeit in der Mantelhöhle des Weibchens, bis durch ihn die eigentliche Befruchtung vollzogen wird (S. 617). Gelegentlich finden sich sogar mehrere abgelöste Arme (verschiedener Männchen) in der Mantelhöhle eines Weibchens. Die große Selbständigkeit dieses Begattungsarmes ist so täuschend, daß ihn einige der berühmtesten Naturforscher, darunter Cuvier, für einen Schmarotzerwurm hielten, der den Namen Hectocotylus bekam. Die Ähnlichkeit mit einem Cephalopodenarm ließ sich aber auf die Dauer nicht übersehen. So ist es zu verstehen, daß man um die Mitte des vorigen Jahrhunderts in dem merkwürdigen Gebilde das männliche Papierboot zu erblicken glaubte. Erst Joh. Müller gelang es, in Messina das wirkliche Männchen zu beobachten und den Sachverhalt aufzuklären. Kollmann wies später darauf hin, daß sich die lange Lebensdauer des abgelösten Armes aus der Beschaffenheit



Männchen des Papierboots, Argonauta argo *L.* A mit noch eingeschlossenem, B mit freiem Hectocotylus-Arm. Etwa 5mal vergrößert.

der Blutgefäße und Nerven ganz befriedigend erkläre. Wie aber nichts in der organischen Welt unvermittelt dasteht, so hat sich auch in unserem Falle durch die trefflichen Untersuchungen des berühmten Dänen Steenstrup herausgestellt, daß der Hectocotylus-Arm der Argonautiden nur der äußerste Grad einer Bildung ist, die weniger ausgesprochen den Männchen der Cephalopoden im allgemeinen zukommt. Fast alle haben einen „hektokotylisierten" Arm; vereinzelt sind auch zwei Arme zu Begattungswerkzeugen umgebildet. Die Unterschiede sind in den meisten Fällen geringfügig; auch findet eine Ablösung nur beim Papierboot und seinen Verwandten statt. Mehrere Arme des Nautilus verschmelzen zum Spadix, der die Aufgaben eines Penis versieht.

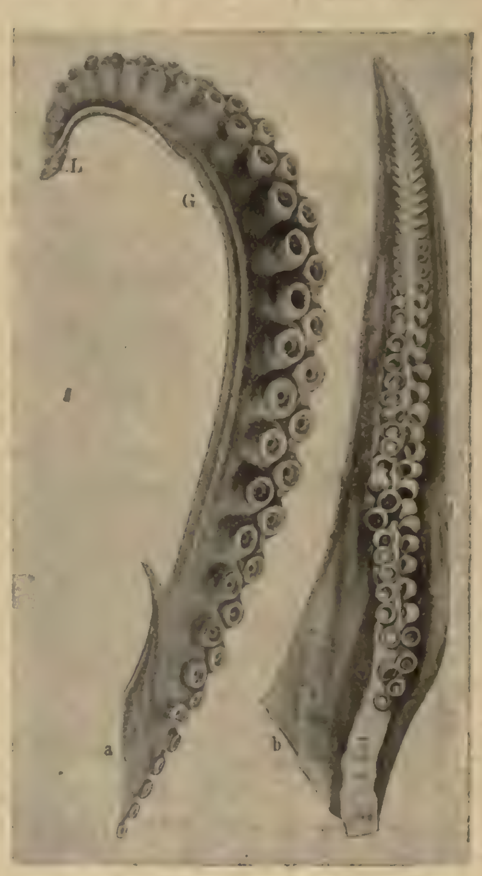
Bei den Dekapoden ergreift die Hektokotylisation meist den einen der beiden Baucharme, bei den Oktopoden stets den einen des dritten Armpaares, das — beiläufig bemerkt — morphologisch dem Tentakelpaar der zehnfüßigen Cephalopoden entspricht. Beide Baucharme sind bei dem Ommatostrephiden Todaropsis eblanae *Ball.* und manchen Enoploteuthiden hektokotylisiert, während den Sepioliden und Histioteuthis die umgewandelten Dorsalarme zur Begattung dienen. Bei Sepia ist der linke Arm des vierten (Bauch-) Paares

modifiziert, während der entsprechende Arm der rechten Seite keine Veränderung zeigt. Die Umbildung betrifft das untere Drittel des Arms, das sich merklich verdickt hat. Die untersten Näpfe sind normal gestaltet; die folgenden 6—7 Saugnapfreihen sind dagegen sehr klein und verkümmert. Obwohl ihre Stiele bedeutend verlängert sind, verschwinden sie in der netzartig gefalteten, drüsenreichen Haut der Arminnenseite. Bei den Sepioliden, wo beide Dorsalarme von der Hektokotylisation ergriffen werden, ist an dem Grunde des linken noch ein besonderer Kopulationsapparat, eine Tasche zur Aufnahme der Geschlechtsprodukte vor der Begattung, ausgebildet. Ebenso wie bei Sepia ist beim Gemeinen Kalmar, Loligo, der vierte linke Arm der Hektokotylus (s. Abb., S. 617, b). Doch bestehen hier die Veränderungen darin, daß vom 22. oder 24. Saugnapf an die in zwei Reihen stehenden Näpfe kleiner und kleiner werden. Dafür verbreitern und strecken sich ihre Stiele und werden zu Papillen, die allmählich an Größe abnehmen und bis zur Spitze des Arms ziehen; so können bis 40 Papillen gezählt werden. Am mangelhaftesten sind wir über die Hektokotylisation der Ögopsiden unterrichtet. Bei sehr vielen, darunter den Hakenkalmaren (Onychoteuthiden), konnte bisher nicht die geringste Spur einer solchen nachgewiesen werden. Wo sie hingegen bekannt wurde, ist es auch meist der linke Ventralarm, der Umbildungen zeigt. Der Hektokotylus mancher Ögopsiden ist insofern interessant, als an seiner Bildung auch die Schutzsäume des Arms teilnehmen und sich zu einem halbmondförmigen Lappen verbreitern. Beachtung verdient endlich noch, daß sich bei Cranchia scabra *Leach* der rechte Ventralarm nicht nur durch stark verkleinerte Sauger, sondern auch durch eine rechtwinklige Krümmung einer Spitze nach oben auszeichnet.

Bei den achtarmigen Tintenfischen beruht die Umwandlung zum Begattungsarm nicht allein in einer Rückbildung der Saugnäpfe. Beim Pulp ist der dritte Arm rechts der Hektokotylus (s. Abb., S. 617, a). An der Trichterseite des etwas kürzeren Arms zieht eine schmale, durch eine Hautfalte gebildete Rinne (G) entlang, die an der Armspitze in einer kleinen, löffelförmigen Platte (L) endet. Hier fehlen die Saugnäpfe, dafür sind eine Anzahl von Querleisten vorhanden; von der Unterseite greift ein Hautzipfel fingerförmig herüber. Bemerkenswert ist, daß außerdem bei den meisten Oktopodenmännchen die Sauger der mittleren Partie aller Arme etwas kräftiger sind. Die Cirraten weisen nur diese Vergrößerung der Näpfe auf, während ihnen eine eigentliche Hektokotylisation eines bestimmten Arms fehlt. Auch beim Moschuskraken ist der dritte rechte Arm umgebildet; dahingegen wird die Gattung Scaeurgus *Trosch.* nur deshalb von Polypus *Schn.* abgetrennt, weil bei ihr der dritte linke Arm hektokotylisiert ist. Die höchste Stufe erreicht die Ausbildung des Begattungsarms, wie gesagt, bei den zwerghaften Männchen der Argonautiden.

Der Same wird nicht frei, sondern in einem schlauchförmigen Behälter, einer Spermatophore, übertragen. Sie ist drehrund und glatt; im Inneren enthält sie neben dem Spermaraum noch einen projektilen Apparat, der kurze Zeit nach Berührung mit dem Wasser oder weiblichen Drüsensekreten aufquillt und den Samen explosionsartig ausstößt. Manche Arten bilden für eine Begattung nur eine, die übrigen mehrere oder viele Spermatophoren. Diese können sehr verschieden lang sein: bei Polypus messen sie 7, bei Sepia 1 cm. Die Samenschläuche der Kraken werden durch den Trichter zwischen die Arme vor den Mund gebracht, dann durch peristaltische Bewegungen der Rinne zur Greifplatte befördert und bei der Begattung in der Nähe der weiblichen Geschlechtsöffnung abgesetzt. Über die sonderbaren Liebesspiele und die Kopulation hat schon der alte Aristoteles sehr zutreffende Beobachtungen gemacht: „Die Polypoden, Sepien und Loliginen“, sagt er, „hängen Mund an Mund mit

verschlungenen Armen aneinander. Nachdem nämlich der Polypus den ‚Kopf‘ (Hinterleib) gegen die Erde gestemmt und seine Arme ausgebreitet hat, schließt sich der andere mit ebenfalls ausgespreizten Armen an ihn, so daß die Saugnäpfe aneinanderhängen. Manche behaupten auch noch, daß das Männchen eine Art von Befruchtungswerkzeug in dem einen Arme habe; dieses erstrecke sich wie ein sehniger Körper bis mitten in den Arm und dringe nachher ganz in den Trichter des Weibchens ein. Die Sepien und Loliginen hingegen schwimmen mit fest aneinandergefügtem Munde und verschlungenen Armen in entgegengesetzter Richtung, so daß sie auch ihre Trichter aneinanderfügen und also beim Schwimmen sich eines vorwärts, das andere rückwärts bewegt." Die Angaben des großen Gelehrten des Altertums sind im wesentlichen bestätigt worden; besonders Fischer, Racovitza und Drew verdanken wir genaue Schilderungen über die Begattung der Cephalopoden. In Arcachon fing man im Netze zwei Sepien von nicht ganz gleicher Größe, deren Arme eng miteinander verschlungen waren, so daß sich die Kiefer unmittelbar zu berühren schienen. Als man das Paar trennte, gab es seinen „Unmut" durch reichlichen Tintenwurf zu erkennen. Kaum waren sie aber wieder in ein Gefäß zusammengesetzt, so fielen sie sich von neuem in die Arme; der Vorgang wiederholte sich einige Male. Die sich begattenden Tiere verharren stundenlang in der engen Umschlingung. Meist werden die Spermatophoren vom Männchen an der Mundhaut des Weibchens befestigt; wie dies geschieht, ist noch nicht genau bekannt, doch daß der hektokotylisierte Arm dabei eine wichtige Rolle spielt, steht außer Frage. Die merkwürdige Einrichtung, die Samenschläuche in Falten der ventralen Mantelhaut abzusetzen, ist auf den Onychoteuthiden Chaunoteuthis mollis *App.* beschränkt.



Zwei hektokotylisierte Arme von Tintenfischen: a) des Oktopoden Polypus defilippii *Vér.* (S. 597), b) des Dekapoden Loligo forbesi *Stp.* (S. 608). L löffelartige Greifplatte, G Gleitrinne. Aus Jatta, „I Cefalopodi", in „Fauna und Flora des Golfs von Neapel", 23. Monographie, Berlin 1896.

Wesentlich anders trägt sich, nach Racovitzas Schilderung, die Begattung der Oktopoden zu. Hier sitzen Männchen und Weibchen, oft von ganz verschiedener Größe, etwa in der Entfernung einer Armlänge nebeneinander am Boden. Der männliche Krake läßt das Ende seines Hektokotylus einige Zeit auf dem Körper des Weibchens spielen und führt es dann in dessen Mantelhöhle ein. Dieser Reiz, der dem Weibchen sicher Atemnot bereitet, wird mit einigen heftigen und abwehrenden Zuckungen beantwortet; doch macht es keine Fluchtbewegungen, sondern atmet ruhig weiter und bleibt während der Dauer der Kopula scheinbar teilnahmlos. Über den Hektokotylus laufen von Zeit zu Zeit wellenförmige Bewegungen von der Basis bis zur Spitze, wahrscheinlich zur Beförderung der Spermato-

phoren. Der Löffel an seinem Ende befestigt sie neben der Öffnung des einen Eileiters. Die Begattung erfolgte indes in dem beobachteten Falle doppelseitig, indem der Hektokotylus dann auch an der anderen Ecke der Mantelöffnung eingeführt wurde, unter einigem Sträuben des Weibchens beim Wechsel. Ein eigentlicher Kampf als Liebesspiel findet wohl nur in dem Falle statt, daß das Weibchen entweder nicht brünstig oder bereits befruchtet ist. Denn ein im Aquarium von demselben Männchen mehrfach (in acht Tagen täglich zwei- oder dreimal) begattetes Weibchen nahm das Männchen nicht mehr an und wehrte den Hektokotylus ab. Versucht das Weibchen, sich während des Vorganges zu entfernen oder nähert sich ein Störenfried, so rollt das Männchen einen der Rückenarme auf, wobei es durch eine tiefschwarze Färbung seinen „Unmut" bekundet. „Eifersucht" führt beim Zusammentreffen mehrerer Männchen mit einem Weibchen zu grimmen Kämpfen. Die Begattung findet namentlich abends statt. Der bemerkenswerte Unterschied, der zwischen der Kopulation der Oktopoden und Dekapoden besteht, erklärt sich aufs einfachste aus der verschiedenen Länge der Arme beider.

Über die Eiablage hat Drew interessante Angaben gemacht. Bei der von ihm beobachteten Form, Loligo pealii *Les.*, werden die Spermatophoren teils an der weiblichen Öffnung in der Mantelhöhle, teils an der Mundmembran, den Baucharmen gegenüber, angeheftet. Dort befindet sich eine Tasche, die zur Aufnahme der Samenschläuche dient, von denen das Männchen etwa 40 auf einmal abgibt. Das Ei, dessen Hüllen noch weich und klebrig sind, gelangt vom Eileiter zunächst zum Trichter, wird an dessen Mündung von den über den Mund nach unten greifenden Dorsalarmen gepackt und 2—3 Minuten lang gegen die genannte Tasche gedrückt. Währenddessen findet die Befruchtung statt; die Eihäute werden darauf fest und verlieren ihre Klebrigkeit.

Die Eier der Zweikiemer werden einzeln oder zu mehreren in Eikapseln, die bei den Dekapoden von den Nidamentaldrüsen (S. 585) abgeschieden werden, eingeschlossen. Die Sepia befestigt ihre zitronenförmigen, von einer dicken, schwarzen Hülle umgebenen Eier gruppenweise an Algen, Seegras und im Wasser treibenden Zweigen (s. die Farbentafel bei S. 604). Die viel kleineren Eier des Kraken sind in durchsichtige Kapseln eingebettet und bilden mit kurzen Stielen zu Tausenden aneinanderhängend zierliche Eitrauben. Die einzeln abgelegten Eier von **Moschites** hingegen sind sehr groß und dotterreich.

Bei **Loligo vulgaris** legen sich 50 bis 100 Eier eng aneinander und platten sich gegenseitig ab. Sie sind von einer gemeinsamen gallertigen Hülle umgeben und bilden zusammen einen zylindrischen Strang. 5 bis 10 solcher Stränge wiederum können am einen Ende mit einander verbunden sein; ebenso wie die Sepieneier werden sie an Tangen befestigt. Im Neapler Golfe findet man sie während der Frühlingsmonate in ungeheuren Mengen. Von einigen Ögopsiden sind auch pelagisch treibende Eier beschrieben und untersucht worden; doch gelang es nie, einwandfrei die Art, von der sie stammten, zu ermitteln. Verrill hat verschiedentlich aus großen Tiefen des westatlantischen Ozeans Eier von abyssalen Oktopoden, vermutlich vom Genus Cirroteuthis, erhalten, die an Gorgoniden, baumartig verästelten Korallen, befestigt waren.

Eine Brutpflege ist bei den Cephalopoden auf wenige Arten beschränkt. Besonders ausgeprägt findet sie sich lediglich bei den Argonautiden. Es wurde schon erwähnt, daß bei Argonauta die Schale, bei Tremoctopus die eingerollten Dorsalarme als Brutraum dienen, bis die Jungen aus den Eiern ausgeschlüpft sind. Ocythoe ist sogar zur Viviparie übergegangen. Auch einige andere Oktopoden sorgen für ihren Nachwuchs. So legt das Weibchen

von Polypus vulgaris seine Eitrauben in einer Höhle ab, bedeckt sie mit seinem Leibe und treibt aus dem Trichter beständig einen Strom frischen Wassers darüber. Während dieser Zeit soll es keine Nahrung zu sich nehmen und schließlich eingehen. Ein kleinerer Verwandter, Polypus digueti *Perr. et Rochebr.*, benutzt leere Muschelschalen als Brutbehälter.

Die Eier der Kopffüßer unterscheiden sich wesentlich von denen aller übrigen Mollusken durch ihren ungeheuren Dotterreichtum. Sie sind meroblastisch, d. h. die Furchung ergreift nicht das ganze Ei, sondern beschränkt sich auf dessen oberen Pol, wo eine Keimscheibe entsteht, ähnlich wie beim Vogelei. Das in der Entwickelung begriffene, noch von der Eihülle eingeschlossene Tier bietet einen merkwürdigen Anblick. Ist es nämlich schon so weit fortgeschritten, daß man Kopf und Rumpf, Augen, Arme und sogar schon die Farbzellen der Haut deutlich sehen und das Junge als Cephalopoden erkennen kann, so ragt vorn am Kopfe, unter dem Munde, ein ansehnlicher Beutel, der Dottersack, hervor. Die Embryonen verlassen das Ei meist erst dann, wenn sie völlig ausgebildet sind und den Eltern gleichen. Nur bei Ögopsiden kommt es zu einem eigentlichen Larvenstadium. Die Jungen weichen dann oft erheblich von den Alten ab und zeigen bisweilen merkwürdige Sonderbildungen (S. 610). Die jungen Oktopoden (Polypus) gleichen zwar schon völlig den Eltern; ihr ganzer Körper ist aber mit feinen Haarbüscheln übersät. Sie leben zunächst einige Zeit pelagisch, sinken dann aber zu Boden und nehmen die Lebensweise der Alten auf.

Das Wachstum erfolgt außerordentlich rasch. Naef sah junge Oktopoden während einer Woche um das doppelte Gewicht zunehmen. Die Lebensdauer ist im Durchschnitt vermutlich auf ein Jahr beschränkt; besonders große Exemplare, die von den verschiedensten Gattungen bekannt wurden, machen hiervon aber eine Ausnahme. Am genauesten sind wir über das Alter der Loliginiden unterrichtet, vor allem über das des amerikanischen Kalmars, L. pealii. Williams teilt folgendes darüber mit: Die Eier werden Ende April, wenn die großen Schwärme sich der Küste nähern, abgelegt. Schon nach 2 bis 3 Wochen schlüpfen die Jungen, die so rasch wachsen, daß sie Mitte Juli schon 3 cm, Ende September 6 bis 9 cm messen. Sie ordnen sich dann zu Schwärmen, verschwinden aber und tauchen erst im folgenden April ausgewachsen und geschlechtsreif wieder an der Küste auf. Die größten, die Williams sah, waren 40 cm lang und wurden von ihm als Drittsommerige (Zweijährige) angesehen.

Krebse (Crustacea).

Bearbeitet von Dr. Viktor Franz.

Zu den Krebsen oder Krustentieren (Crustacea) gehören außer allbekannten Formen, wie Hummer, Flußkrebs, Garnelen und Krabben, auch zahlreiche andere, die in ihrem Körperbau von jenen stark verschieden und meist viel kleiner sind; immerhin wird sie der Tierfreund, der unter ihnen vielleicht die Wasserflöhe oder die Hüpferlinge zuerst kennenlernt, schon beim ersten Anblick gern als Krebstiere anerkennen. Jedoch auch unsere Kellerassel ist ein echtes Krebstier! So ist der Stamm reich an sehr verschiedenen Erscheinungen.

Die Unterabteilung, die jene bekanntesten hartschaligen Vertreter mit der deutlichen Ringelung des ganzen Körpers umfaßt, führt in der Wissenschaft den Namen Malacostraca, was verdeutscht Weichschaler heißen würde; ihnen stellt man als Entomostraca, verdeutscht Ringelschaler, eine Menge großenteils viel weichhäutigerer Krebse mit oft viel schwerer zu erkennender Ringelung gegenüber. Diese beiden scheinbar verkehrten Namen sind geschichtlich zu erklären. Aristoteles nannte die Sippschaft des Flußkrebses ‚Malacostraca' im Gegensatz zu den hartschaligen Muscheln und Schnecken, seinen ‚Ostracodermata', die noch heute der Nordseefischer mit den Krebstieren unter dem Namen Schaltiere ohne Rücksicht auf den Körperbau zusammenfaßt. Anderseits erhielten in viel späterer Zeit die Muschelkrebschen und Wasserflöhe, die eine muschelähnliche Schale haben, von O. F. Müller den Sammelnamen Entomostraca, geringelte Schaltiere, wiederum im Gegensatz zu den Muschelweichtieren.

Innerhalb des großen Kreises der Gliedertiere (Arthropoda), der auch die in Band II dieses Werkes behandelten Tausendfüßler, Insekten und Spinnentiere umspannt, nehmen die Krebse einen wohlbestimmten Platz ein. Mit den übrigen Gliedertieren teilen sie die Gliederung des Körpers, sowohl des Rumpfes als der Gliedmaßen, und stimmen mit ihnen in der Anlage und Lagerung der inneren Organe im wesentlichen überein, haben jedoch eine Eigentümlichkeit, die dem Leben im Wasser entspricht. Wenn viele Insekten, Spinnen und Milben oder deren Larven sich dem Aufenthalt im Wasser angepaßt haben, so bleiben doch ihre Atmungswerkzeuge dem Schema der Luftatmungswerkzeuge, der Tracheen, getreu; die Krebse aber sind Wasseratmer und zu diesem Zwecke entweder mit Kiemen versehen, oder es findet, wenn diese fehlen, der Gasaustausch durch die ganze Körperoberfläche statt. Diese Atmungsweise erfordert natürlich dünne Körperbedeckungen, wie wir sie vor allem bei den Hüpferlingen finden. Einige Krebse zwar, namentlich aus den Gruppen der Asseln und Krabben, haben sich im Laufe der Jahrtausende dem Landleben angepaßt und atmen Luft, aber ihre Atmungswerkzeuge haben selbst dann noch wenigstens teilweise ein kiemenartiges Aussehen bewahrt.

Ein zweites Merkmal fast aller ausgebildeten und nicht durch Schmarotzerleben verkümmerten Krebse ist, daß sie mehr als vier Paar Beine besitzen. Es ist also gewöhnlich

recht leicht festzustellen, ob ein uns in die Hände kommendes Gliedertier ein Krebs ist. Mit drei Paar Beinen ist es im allgemeinen ein Insekt, mit vieren eine Spinne. Eine Ausnahme von dieser Regel machen einerseits die vielfüßigen Myriopoden, unter denen besonders die Glomeriden mit Asseln verwechselt werden können, und anderseits einige niedere Krebse, die weniger als fünf Beinpaare besitzen.

Ein drittes, fast durchgängiges Merkmal aller Krebstiere ist der Besitz von zwei Paaren von Fühlern oder Antennen am Kopf vor der Mundöffnung, denn die übrigen Gliedertiere besitzen sämtlich, wenn überhaupt, nur ein Antennenpaar.

Die Hautbedeckung, die bei allen Gliedertieren aus einem mikroskopisch und chemisch sich eigentümlich verhaltenden Stoffe, dem Chitin, besteht, erhält bei vielen Krebsen durch Zwischenlagerung von kohlensaurem Kalk eine größere Stärke und Widerstandsfähigkeit; daher der Name Krustentiere, Crustacea.

Im offenen Meere gleich heimisch wie an den Küsten, halten sich Krebse zugleich in den verschiedensten Tiefenzonen auf. Eine Reihe von Ordnungen ist dem süßen Wasser angepaßt, dem fließenden und stehenden, dem reinen und dem mit faulenden Stoffen erfüllten. Viele leben im Meere oder im Süßwasser freischwimmend, und namentlich die kleineren Arten bilden einen großen Bestandteil des sogenannten Geschwebes oder Auftriebes, des Planktons, die größeren Arten aber sind meist bodenständig, hausen unter Steinen und im Süßwasser unter Gesträuchen, während andere weite Reisen über Land unternehmen und einzelne Krabben, ja selbst langschwänzige Krebse auf Büsche und Bäume klettern. Meist frei ihrem Raube nachgehend und hierzu durch ihre scharfen Sinneswerkzeuge, starken Kiefer, Scheren und kräftigen Gliedmaßen befähigt, haben sie auch zahlreiche Genossen unter sich, bei denen die anfänglich viel versprechende Gliederung beim weiteren Wachstum ins Stocken gerät, und die nun einer festsitzenden Lebensweise in oft gar nicht mehr krebsähnlicher Gestalt oder gar einem Schmarotzertum auf Fischen, Krebsen, wohl auch auf Würmern, verfallen, in welchem sie sogar zu scheinbar leblosen Säcken verkümmern.

Der Hautpanzer überzieht den ganzen Körper mit allen seinen Anhängen, aber nicht in gleichmäßiger Stärke, da er, wie bei allen Gliedertieren, zwischen den Leibesringen und in den Gelenken besonders weich ist und bei der Bewegung nachgibt, oft auch stellenweise, namentlich an den Scheren, wenn solche vorhanden sind, einen höheren Grad der Härte erlangt. Sehr häufig bildet er besonders im Bereiche der vorderen Segmente rechts und links eine Duplikatur oder Falte, die den Körper umfaßt und in manchen Fällen, so bei Wasserflöhen und Muschelkrebsen, zu der schon erwähnten zweiklappigen, muschelähnlichen Schale auswächst. Bei sehr vielen Rankenfüßern ist, in erster Linie zufolge der im ausgebildeten Zustande festsitzenden Lebensweise dieser Tiere, die Schale nicht nur besonders reich an Kalksalzen, es wird vielmehr ihre Ähnlichkeit mit den Gehäusen der Weichtiere so groß, daß ältere Naturforscher die Rankenfüßer für abweichende, abenteuerliche Mollusken ansahen.

Die oft prachtvoll bunten Farben beruhen teils auf Farbstoffen, die die Unterhaut unter dem ganzen Panzer durchsetzen, hauptsächlich aber auf besonderen, reich verästelten Zellen dieses Gewebes, in denen sich der Farbstoff auf den Mittelpunkt der Zellen zusammenziehen und wieder bis in die feinsten Ausläufer verteilen kann, so daß er bald fast unsichtbar, bald in voller Breite zu sehen ist. Solche Zellen, die neuerdings namentlich von Doflein und von Degner untersucht wurden, sind oft vielkernig und haben weiße, gelbe, rote, braune, violette und blaue Farben in bald flüssiger, bald feinkörniger Beschaffenheit, und manchmal mehrere über- und nebeneinander. Rot oder rötlichgelb ist bei Krebsen eine weitverbreitete Farbe,

und man kann es in gewissem Sinne die Urfarbe dieser Tierklasse nennen, zu der die meisten nach ihrem Tode zurückkehren, da sich der blaue Stoff dann teils auflöst, teils in roten verwandelt. Die rote Farbe ist auch vielfach solchen Krebsen eigentümlich, die in der Tiefsee leben und damit dem Lichte und seinen mittelbaren und unmittelbaren Einflüssen entzogen sind. Solche Krustentiere hingegen, die in Höhlen und ähnlichen unterirdischen Räumen hausen oder sich in Sand und Schlamm eingraben, erscheinen bleichsüchtig hell. Die auf hoher See in den oberen Wasserschichten lebenden Krebse und ebenso die ständig frei schwimmenden Formen unserer Seen sind meist vollkommen glasartig durchsichtig. Nahe verwandte Arten sind bisweilen verschieden gefärbt, finden sich dann aber auch an verschiedenen Örtlichkeiten und gleichen der vorherrschenden Farbe des dortigen Untergrundes. Auch die nämliche Art kann in flachem Wasser der Färbung der Umgebung entsprechend abändern. So ist nach Beobachtungen von Carrington und Lovett der Taschenkrebs auf hellem Sandboden gelbgrau, rötlichbraun aber auf solchem, der eisenschüssig ist, und mattbraun, oft mit einem Stich ins Grünliche, auf Schlammboden. In den Pfützen, die zur Zeit der Ebbe auf und zwischen den Diorit- und Syenitfelsen der Kanalinseln zurückbleiben und durch eine reiche bunte Meeresflora ausgezeichnet sind, finden sich auch die buntesten Stücke der Taschenkrebse, namentlich prächtig grüne mit weißen Abzeichen.

Selbst ein und dasselbe Stück paßt oftmals seine Farbe der Färbung seiner jeweiligen Umgebung an, eben infolge der Beweglichkeit des Farbstoffes in den Farbenzellen, den sogenannten Chromatophoren. Matzdorff hat an einer in der Kieler Bucht und überhaupt an den meisten Küsten Europas und Nordamerikas häufigen Assel, Idothea baltica *Pall.*, umfassende Untersuchungen darüber angestellt. Immer entsprachen die von ihm beobachteten Tiere in ihrer Farbe der nächsten Umgebung und oft in so hohem Grade, daß er nach monatelanger Beschäftigung mit ihnen doch noch hin und wieder getäuscht wurde. In dunkeln und hellen Schüsseln veränderten die Asseln durch Ausdehnung und Zusammenziehung der Farbenzellen ihre Färbung immer in entsprechender Weise. Überzog der Beobachter ihre Augen mit einer Schicht von schwarzem Lack, dann verloren sie jene Fähigkeit, die übrigens auch nicht bei allen, der Färbung nach von Hause aus untereinander sehr verschiedenen Stücken die nämliche war. Ohne Einfluß waren Nahrung, unmittelbare Lichtwirkung, Salzgehalt des Wassers und Temperatur, während bei anderen Krebsen, wie der Mittelmeergarnele Nica edulis *Risso*, der Farbstoff in den Chromatophoren sich bei herabgesetzter Temperatur zusammenzieht.

Da alle Panzerteile starr sind, so wachsen sie nicht in dem Maße mit, wie der Krebs selbst, sie müssen daher von Zeit zu Zeit abgeworfen werden, was der Forscher als **Häuten**, der Fischer meist als „Schalen", „Muten" oder „Mintern" bezeichnet. Viele sich nicht häutende Gliedertiere sind ja nach ihrer Verwandlung und nachdem ihr Hautskelett eine gewisse Starrheit und Festigkeit erlangte, an eine bestimmte Größe gebunden: sie wachsen nicht mehr. Die sich **periodisch** häutenden Krebse haben dagegen die Fähigkeit erlangt, zeitlebens zu wachsen. Man betrachte einige hundert Maikäfer: ihre geringen Größenunterschiede haben sie aus ihrem Puppenzustande ererbt, und während ihrer kurzen Schwärmzeit gleichen sie sich nicht aus. Ein kleiner Krebs hat aber die Hoffnung, ein großer zu werden, wenn nicht eine unkluge Nationalökonomie ihn schon als Jüngling der Küche überliefert. Die Häutung ist ein anziehender Vorgang, der am Flußkrebs schon von Réaumur in der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts, später von M. Braun, Dröscher und anderen, am Hummer namentlich von Ehrenbaum eingehend untersucht worden ist.

Bedenkt man, daß nicht nur die feinsten äußeren Organe, Fühlhörner, Augen, Kiemen

dabei ihrer Hüllen ledig werden, sondern sogar der Darmkanal, die chitinige Magenhaut und die Zähne, die sie bildet, an der Häutung teilnehmen, so begreift man, daß unser Flußkrebs einige Tage vor der Häutung keinen großen Appetit verrät: wer könnte viel ans Essen denken, wenn ihm alle Zähne wackeln? Man merkt die bevorstehende Katastrophe auch durch das Gefühl: drückt man mit dem Finger auf den Panzer, so gibt er etwas nach. Er hat sich nämlich schon in der vorhergehenden Zeit durch Auflösung seines Kalkes teilweise gelockert, namentlich am unteren Brustpanzer und in den engsten Teilen der Scheren. Bald darauf wird der Krebs unruhig. Er reibt die Beine gegeneinander, dann wirft er sich auf den Rücken, arbeitet mit dem ganzen Körper, und schließlich gelingt es ihm, die Haut zu zerreißen, die am Rücken den Panzer des Kopfbruststückes mit dem Schwanz verbindet, während bei den Kurzschwanzkrebsen im gleichen Falle ein Längsriß oben in der Decke des Kopfbruststückes entsteht. Das Sprengen des Panzers erfordert offenbar große Kraftanstrengungen und soll, nach Vitzou, auch dadurch wesentlich erleichtert werden, daß weit mehr Wasser als sonst dem Blute beigemischt ist. Durch die Wasseraufnahme wird der Blutdruck erhöht; er wird aber außerdem noch weiter dadurch verstärkt, daß aus den dicken Scheren und sonstigen Gliedmaßen das Blut nach dem Körper hin abströmt. Bricht man nämlich zu dieser Zeit das Ende einer Schere ab, so erscheint es leer: die Weichteile sind bereits zusammengeschrumpft und haben sich bis ins zweite Glied zurückgezogen. Daß übrigens auch bei anderen Krebsen die Erhöhung des Binnendruckes bei der Häutung eine Rolle spielt, dafür spricht eine Beobachtung Giesbrechts: ein Hüpferling, Notopterophorus, füllte sich vor der Häutung das ganze Darmrohr mit Wasser und erreichte dadurch die Sprengung der alten und Glättung der neuen Hülle. Auf diese erste Anstrengung folgt beim Flußkrebs eine Zeit der Ruhe. Bald aber beginnt er seine Beine und alle anderen Körperteile wieder zu bewegen, und nun sieht man, wie sich der Panzer des Kopfbruststückes mehr und mehr hebt und seinen Abstand von den Beinen vergrößert. In wenigen Minuten oder Stunden hat sich der Krebs aus seiner Haut gezogen, indem er erst, mit dem Kopfteil sich nach hinten stemmend, Augen und Fühler frei macht und dann seine Beine aus ihren engen Hüllen herauszwängt. Das letztere macht ihm die größten Schwierigkeiten. Nachdem jedoch auch diese vielleicht schmerzhafte Arbeit vollendet ist, entledigt sich der Krebs seiner Kleidung geschwind. Er zieht den Kopf unter dem Rückenschilde hervor, und der Schwanz arbeitet sich nun leicht aus seinem Futteral heraus. Die abgestreifte Hülle ist manchmal bis auf jenen queren Riß am Ansatz des Schwanzes unversehrt. Der eben aus seiner Hülle gekrochene Krebs hat eine weiche Hautbedeckung, ist darum wehrlos und, da ihm ein festes äußeres Widerlager für seine Muskeln fehlt, völlig hilflos. Aber dieser bedenkliche Zustand, worin der Flußkrebs als „Butterkrebs" bezeichnet wird, geht dank einer zweckmäßigen Einrichtung in wenigen Tagen vorüber. Jedermann sind jene linsenförmigen Kalkbildungen bekannt, die sogenannten „Krebsaugen" oder „Krebssteine", die vor der Häutung von den Seitenteilen der Magenwand abgeschieden werden. Da aber auch der Magen von einem Chitinbelag ausgekleidet ist, so liegen die Steine zunächst unter diesem, je einer an jeder Seite. Erst mit der Häutung gelangen sie in den Magen selbst und werden hier rasch aufgelöst. Der Kalk geht in die Blutflüssigkeit über und wird schließlich an die Zellen abgegeben, die den Panzer abscheiden. Beim Hummer, dessen Hautbedeckung unmittelbar nach der Häutung eine wundervoll samtschwarze Farbe besitzt, dauert die Erhärtung bedeutend länger, ebenfalls sehr lange bei den kurzschwänzigen Krebsen oder Krabben: diese ziehen sich während dieser Zeit zurück, indem sie sich in Felsritzen, unter Steinen oder auch in Erdlöchern verbergen. Nicht alle Krustentiere werfen indessen ihre Haut im ganzen

ab; die Asseln zum Beispiel häuten sich zwar vielmals in ihrem Leben, aber die alte Haut fällt in zwei Stücken ab, so daß der Vorderteil des Tieres noch in der alten Schale stecken kann, während das Hinterende schon davon befreit ist.

Die Größenzunahme nach der Häutung ist nicht unbeträchtlich. Hyatt beobachtete, daß ein Hummer nach der Häutung um mehr als den fünften Teil seiner früheren Länge zugenommen hatte.

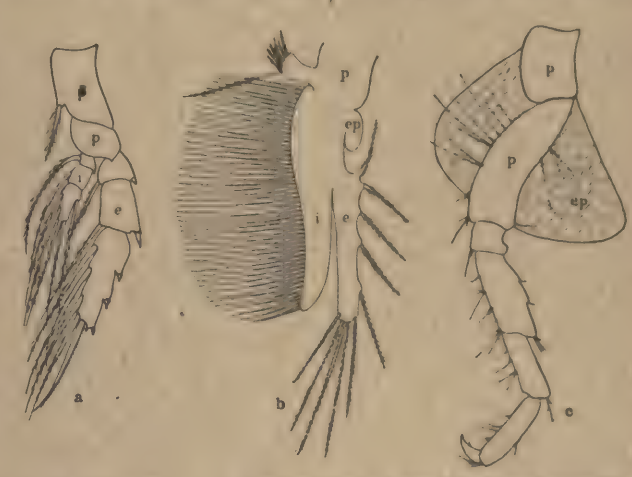
Die Zahl der Häutungen, die ein Krustentier in seinem Leben zu überstehen hat, ist nach den Arten sehr verschieden; im allgemeinen scheinen sich kleinere viel öfter als größere zu häuten. Jurine beobachtete, daß Wasserflöhe innerhalb 17 Tagen sich achtmal diesem Geschäft unterzogen. Unser Flußkrebs häutet sich im ersten Jahre vielleicht sechs- bis zehnmal, im zweiten fünfmal, im dritten viermal, vom vierten oder fünften ab, wo etwa er fortpflanzungsfähig wird, im männlichen Geschlecht wohl meist zweimal, im weiblichen nur einmal jährlich. Nach Schiemenz aber würde sich auch der männliche reife Krebs nur einmal jährlich häuten.

Bei manchen, vielleicht bei allen Krabben scheinen sich übrigens die beiden Geschlechter nicht zugleich zu häuten. Bald nach der Häutung des Weibchens findet die Begattung statt. Das hat einen bestimmten Grund: die Krabbenweibchen üben wie viele Krebse eine Brutpflege aus, sie heften sich die abgelegten Eier an ihrem Körper an und tragen sie bis zum Ausschlüpfen der Larven mit sich herum. Würde nun die Eiablage vor der Häutung stattfinden, dann würden die Eier mit dem Panzer abgeworfen werden und verlorengehen; erfolgt sie dagegen kurz nach der Häutung, dann haben die Eier die zur Entwickelung nötige Zeit. Nun wird uns auch das eigentümliche Verhalten der Strandkrabbe, Carcinus maenas *L.*, verständlich. Das Männchen dieses Krebses bemächtigt sich, nach Coste, des Weibchens zur Zeit, wenn dessen Häutung bevorsteht und schleppt es mehrere Tage mit sich herum, um die Häutung abzuwarten. Gleich läßt sich das frischgehäutete Weibchen indessen nicht begatten, sondern erst nach einigen Tagen, wenn der Panzer schon eine gewisse Härte erreicht hat.

Der Körper der Krebse zerfällt wie der aller Gliedertiere in eine Reihe hintereinander gelegener Ringe, Segmente oder Metamere. Während nun aber bei den Ringelwürmern (vgl. S. 273), im allgemeinen wenigstens, ein Ring dem anderen sowohl äußerlich als innerlich gleicht, zeigen die einzelnen Metamere der Krebse untereinander häufig eine recht verschiedene Ausbildung. Man bezeichnet diese Art der Segmentierung als heteronom im Gegensatz zur homonomen der Gliederwürmer. Vielfach treten dazu in gewissen Abschnitten des Leibes Verschmelzungen mehrerer Ringe ein. So hat der Kopf immer den Wert von mehreren Segmenten, mindestens fünf haben Anteil an seiner Bildung. Aber auch darüber hinaus lassen sich Verwachsungen feststellen. Nur in sehr seltenen Fällen ist der Kopf deutlich von dem darauffolgenden ersten Brustsegment getrennt, meist vielmehr ist er mit ihm verwachsen, und dieses wieder mit einer kleineren oder größeren Anzahl der folgenden Brustsegmente zu dem **Kopfbruststück** oder **Zephalothorax**, an dessen Bildung sich unter Umständen sogar noch einige Ringe des **Hinterleibes** oder des **Abdomens**, das im gewöhnlichen Sprachgebrauch beim Flußkrebs, Hummer und anderen Arten „Schwanz" genannt wird, beteiligen. Bei ausgebildeten Krustern kann die Segmentierung durch Schmarotzertum in höherem oder geringerem Grade verwischt werden.

Sind die Grenzen der Segmente nicht mehr zu erkennen, dann kann uns vielfach über ihre Zahl die der Gliedmaßen Aufschluß geben; denn ursprünglich tritt an jedem Ring ein Paar solcher seitlicher Anhänge auf. Sie fehlen an den Segmenten der Brust nur selten, öfter schon an denen des Hinterleibes, sind dagegen an denen des Kopfes fast stets vorhanden und zu Freß- und Tastwerkzeugen umgewandelt.

Die Gliedmaßen der Krebstiere lassen sich aus Gründen der vergleichenden Anatomie und Entwickelungsgeschichte in ihrem Bau auf eine Grundform zurückführen, die man Spaltfuß nennt und die bei zahlreichen Krustaceen, am besten bei den Kopepoden (vgl. Abb. a), wiederkehrt. Vom dritten Glied an — die beiden ersten bilden den Stamm — sind solche Füße gegabelt, die Glieder stehen also nicht in einer Zeile, wie beim Spinnenbein, sondern in zwei Ästen. Von dieser Grundform lassen sich alle die mannigfaltigen Gliedmaßenformen ableiten, die wir in den verschiedenen Familien, ja oft sogar am gleichen Tiere antreffen. So können alle Glieder untereinander verschmelzen und durch reichen Borstenbesatz zu einem Blattfuß werden (vgl. Abb. b), oder es können einzelne in Wegfall treten, wie z. B. an dem Schreitfuß eines Flohkrebses (vgl. Abb. c). Wenn, wie in diesem Falle, am ausgebildeten Tier nur mehr der Innenast erhalten ist, so findet sich doch an der entsprechenden Stelle der Jugendstadien oft noch der typische Spaltfuß.



Brustgliedmaßen von Krebstieren: a) Spaltfuß eines Ruderfußkrebses, b) Blattfuß von Diaphanosoma brachyurum *Lievin*, c) Schreitfuß von Gammarus pulex *L.* p Die Glieder des Stammes, e äußerer Ast, i innerer Ast, ep Kiemenanhang. a und c Originalzeichnungen von Dr. E. Wagler, b nach A. Behning.

Eine Ausnahme von dieser Regel macht nur das erste Gliedmaßenpaar, die ersten Fühler oder ersten Antennen. Sie sind stets einästig, selbst bei den Larvenzuständen. Man stellt sie daher auch als Antennulae den zweiten Antennen, die immer Spaltfußcharakter haben, gegenüber. Häufig ist allerdings die erste Antenne scheinbar zweiästig, aber nur scheinbar, denn die astartigen „Nebengeißeln“, die neben dem Hauptast vorkommen, sind Neubildungen.

Beide Fühlerpaare sind Sinneswerkzeuge, die Träger der Geruchs- oder Geschmacksorgane, mit denen der Krebs seine Beute wittert. Sie können jedoch auch andere Aufgaben mit übernehmen. So dienen die Fühler der Kopepoden und Ostracoden gleichzeitig zur Fortbewegung, während bei den Wasserflöhen das zweite Paar ausschließlich zum Rudern verwendet wird. Mitunter sind die Antennen zu Klammerorganen umgestaltet, wie bei den Männchen der Ruderfüßer und mancher Blattfüßer, und werden dann zum Festhalten der Weibchen während der Begattung gebraucht. Zum gleichen Zwecke, zum Anklammern und Anheften an anderen Tieren oder an leblosen Gegenständen, sind schließlich auch die Fühler bei vielen schmarotzenden und festsitzenden Formen umgebildet.

Die drei nächstfolgenden Paare von Körperanhängen sind die Kiefer, ein Paar Oberkiefer oder Mandibeln und zwei Paar Unterkiefer oder Maxillen, die sich wie bei den kauenden Insekten von außen nach innen gegeneinander bewegen. Bei manchen schmarotzenden Krustern haben sich diese Kiefer der Gestalt nach wesentlich verändert und bilden einen Rüssel, mit dem die Tiere ihre flüssige Nahrung zu sich nehmen. Zu diesen drei Paaren von Mundgliedmaßen treten in vielen Fällen bis zu fünf weitere Paare als Hilfskiefer, Kieferfüße oder Maxillipeden hinzu. Sie sind ihrer Entstehung und Lage nach Brustbeine, die aber nicht im Dienste der Ortsbewegung stehen, sondern mit den beiden Unterkieferpaaren zum Festhalten, Betasten

und Zurechtlegen der Nahrung verwendet werden, während die Oberkiefer die weitere Zer- kleinerung der Nahrung vornehmen. Bei den zehnfüßigen Krebsen, zu denen auch der Fluß- krebs zählt, sind drei solcher Hilfskieferpaare vorhanden, bei vielen anderen Krebsen finden sie sich in geringerer Zahl. Das Zerkauen und Zerzupfen der Beute wird durch die „Kauladen“ vorgenommen, besonders reich mit Zähnen und Borsten versehene Glieder des Stammes und des Innenastes der Mundgliedmaßen, während das Befühlen vorwiegend mit den Außenästen geschieht, die man deshalb auch „Taster“ nennt. Beim Flußkrebs sind diese fast ständig in Bewegung zur Erneuerung des Atemwassers.

Die Gliedmaßen der Brustsegmente sind außerordentlich verschieden gebildet, je nach der Art der Bewegung, die sie ausführen. So sind sie Laufbeine bei den Zehnfüßern und Asseln, blattförmige Ruderfüße bei den Kiemenfüßern, zweiästig geteilte Schwimmfüße bei den Hüpferlingen oder Zyklopiden, Strudelorgane bei den festsitzenden Seepocken und Enten- muscheln, und endlich können sie bei sehr rückgebildeten schmarotzenden Formen überhaupt fehlen. „Scheren“ entstehen dadurch, daß sich das letzte Glied gegen eine klingenartige Verlängerung des vorletzten bewegt. Bei „Raubfüßen“ wird das letzte Glied nach Art eines Taschenmessers in eine Furche des vorletzten eingeschlagen. Die Hinterleibsbeine haben bei verschiedenen Gruppen der Krebstiere verschiedene Bestimmung und daher verschiedene Gestalt, sind aber immer anders als die Brustbeine beschaffen. Sie können Bewegungsorgane sein, die Atmung vermitteln, dem Anheften der Eier oder noch anderen Zwecken dienen.

Die Sinnesorgane sind bisweilen sehr hoch entwickelt. Augen kommen in zweierlei Art vor, aber selten bei dem gleichen Tiere, wie es bei Insekten so häufig ist. Entweder sind sie einfach, bisweilen nur in der Einzahl vorhanden, oder sie erscheinen als Facetten- augen, ähnlich denen der Kerfe, und bestehen unter Umständen aus einer großen Anzahl zu- sammengedrängter keilförmiger Einzelaugen oder Facetten; so hat die Riesentiefseeassel, Bathy- nomus giganteus *M.-E.*, an jedem ihrer beiden Augen deren nicht weniger als 4000. Bei vielen Krebsen sitzen die Augen auf beweglichen Stielen, den Augenträgern oder Ophthalmo- phoren, die bei einigen Krabben sehr lang sind.

Bei Krebsen verschiedenster Art, die in unterirdischen Höhlen leben, sind die Augen rück- gebildet, und zwar in sehr verschiedenem Grade bis zum völligen Schwund, wie das ja auch in anderen Tierklassen bei unterirdisch lebenden Arten die Regel ist. Auch im Dunkel der Tiefsee leben so manche blinde Krebsarten, daneben aber auch solche mit riesig vergrößerten Augen, mit lichtstarkem optischen Apparat und glänzendem Augenhintergrund, der wohl die Ausnutzung des schwachen, von Leuchttieren ausgehenden Lichtes steigert und das Auge glei- dem der Katzen zu einem scheinbar leuchtenden macht. Auch manche Krebse der höhere Wasserschichten haben einen solchen leuchtenden Augenhintergrund, ein Tapetum lucidum.

Das Riechvermögen vieler Krebse ist ausgezeichnet entwickelt, wie uns die Tatsache lehrt, daß diese Tiere durch die Gegenwart von Nahrungsmitteln im Wasser in kurzer Ze- angelockt werden. Man bringt deshalb Aas oder Stücke von Fischen und Krabben als Köd in den Fallen an, mit denen man Krebse, Hummern und Krabben fängt. Als hauptsächlichst Riech- oder Schmeckorgan — eine scharfe Grenze zwischen beiden dürfte hier kaum zu zieh- sein, so daß man am besten vom Organ des chemischen Sinnes spricht — ist nach Ve- suchen von Nagel, Bethe und Doflein die Antennula anzusehen, wenn sie auch vielleicht ni- das einzige Organ dieses Sinnes ist. Insbesondere sind es schlauchförmige, mikroskopi- kleine Härchen auf diesen vorderen Antennen, von denen bei manchen Krebsen einige am En- einen feinen Haarpinsel bilden, die wenigstens zum Teil die Riechempfindung vermitteln. E

sind im allgemeinen bei männlichen Tieren besser entwickelt als bei weiblichen, und bei sehenden weniger reich als bei blinden.

Hauptsitz der Tastempfindung sind beide Antennenpaare, insbesondere aber die langen, fühlhornartigen Nebengeißeln, die, wie auf S. 625 erwähnt, oft an den zweiten, seltener an den ersten Antennen ausgebildet sind. Aber nicht nur auf ihnen sitzen gelenkig eingefügte, Sinneszellen tragende Borsten, sondern auch an anderen exponierten Stellen des Krebskörpers, an den Beinen, namentlich an deren Gelenken, an den Schwanzplatten und an vorspringenden Kanten und Flächen. Blinden Formen von Tiefseekrebsen wird manchmal durch großartig entwickelte Spür- und Tastorgane das mangelnde, weil unnütze Gesicht gewiß reichlich und sehr zweckentsprechend ersetzt. Ein ähnlicher, wenn auch bei weitem nicht so vollkommener Ersatz für das fehlende Sehvermögen ist dem blinden Flußkrebs der Mammuthöhle in Kentucky, Cambarus pellucidus *Tellk.*, in höher entwickelten Empfindungsborsten geboten, die sich über den ganzen Körper verstreut, besonders aber am Kopfende finden.

Der einwandfreie Beweis, daß Krebse hören können, ist nicht erbracht. Was man früher als Gehörorgane oder „Otozysten" beschrieben hat, betrachtet man jetzt als „Statozysten", d. h. als Organe des Gleichgewichtssinnes. Bei den zehnfüßigen Krebsen sitzt je ein solches Organ im Basalglied der Antennula; es besteht aus einem Bläschen, dessen Innenwand mit Borsten besetzt ist, die oft Hörsteinchen, „Statolithen", tragen. Diese Statolithen sind manchmal nichts anderes als natürlicher Sand. Bei den langschwänzigen Zehnfüßern steht nämlich das Hörbläschen mit der Außenwelt durch einen Spalt in Verbindung, es ist hier also ein Hörsäckchen, und es ist klar, daß es im Falle der Häutung so gut wie die Auskleidung des Magens und Enddarms abgeworfen werden muß. Dabei gehen auch die in diesen Chitinbeutel eingeschlossenen Gehörsteine mit verloren, und sie müssen ersetzt werden. Hensen sah nun als erster, wie ein kleiner Seekrebs sich seine „Ohren" voll feinen Kies stopfte und somit die verlorengegangenen Gehörsteine ergänzte. Von Exner aber stammt ein schöner Versuch, der die Bedeutung der Statozysten als Gleichgewichtsorgane sicherstellt. Dieser Forscher setzte eine Garnele nach der Häutung auf Eisenstaub, so daß sie ihre Statozysten mit diesem der magnetischen Wirkung zugänglichen Material anfüllte. Brachte man jetzt einen Magneten in die Nähe, so wirkte nicht mehr bloß die Schwerkraft auf die Statolithen, sondern auch die magnetische Kraft, und für den Krebs waren das Oben und das Unten gleichsam verschoben, weshalb er sich nicht mehr in gewöhnlicher Weise, sondern so gut wie möglich nach der Resultante aus der Schwerkraft und der magnetischen Kraft orientierte, also bei seitlicher Einwirkung des Magneten den Körper nach der entgegengesetzten Seite schräg stellte. Statozysten finden sich auch bei der Familie der Mysiden; hier liegen sie im Schwanzfächer und sind von der Außenwelt abgeschlossen wie bei den Krabben. Auch bei Flohkrebsen hat man Statozysten beschrieben.

Im Anschluß hieran sei erwähnt, daß manche Krebse Töne von sich geben. Gewisse Krabben der Gattung Ocypoda haben am vorletzten Glied ihres rechten Scherenbeines eine feilenartige Leiste, mit der sie an einer anderen scharfkantigen Leiste des zweiten Gliedes, vom Rumpfe aus gerechnet, desselben Beines hinstreichend einen piependen Ton erzeugen, und manche Garnelenarten machen ein für ihre Größe bemerkenswertes knipsendes Geräusch. Von der Languste wird unten Ähnliches zu berichten sein.

Bei einigen in der Tiefe und selbst in Oberflächennähe im Meere lebenden Spaltfüßern oder Schizopoden kommen an den Seiten des Hinterleibes oder auch am Kopfe eigentümliche Organe vor, die früher als Nebenaugen angesehen wurden, in der Tat aber Leuchtorgane sind.

Das zentrale Nervensystem ist ein Strickleiternervensystem mit über dem Vorderdarm

im Kopf gelegenem Gehirn und einer dem Rumpf angehörigen Bauchganglienkette, die vorn mit dem Gehirn durch die den Vorderdarm umfassenden sogenannten Schlundkommissuren verbunden ist. Die paarige Ganglienkette gibt mit den Längsfasern zwischen den hintereinanderliegenden Ganglien und mit den Querfasern zwischen je zwei Ganglienpartnern das Strickleiterbild, das jedoch beim ausgebildeten Tiere oft durch Konzentration der Ganglien hochgradig beeinträchtigt ist. Das Gehirn entsendet unter anderem die Seh- und Antennennerven, die Ganglien des Bauchmarks die Nerven zu den Gliedmaßen. Ein sympathisches Nervensystem versorgt, wenigstens beim Flußkrebs, bei Krabben und ähnlichen Formen, das Herz und den Verdauungsapparat.

Die Verdauungsorgane der Krustaceen zeigen eine größere Gleichmäßigkeit des Baues als die Segmentalanhänge. Ein großer Teil dieser Wesen, nämlich fast alle Malakostraken und viele Entomostraken, ernähren sich ausschließlich von tierischer Kost, demgemäß ist das Verdauungsrohr meist gerade und kurz.

Der Mund ist nicht endständig, sondern findet sich an der Bauchseite etwas vom vorderen Kopfrande entfernt. Die Speiseröhre, in die bloß bei den Strudelfüßern Speicheldrüsen münden, führt dann bei den Zehnfüßern, wohl überhaupt allgemein bei den Malakostraken, sowie auch bei den Muschelkrebsen in einen geräumigen Magen, dessen Innenfläche meist mit einer Reihe von Hervorragungen, Leisten und Zähnen besetzt ist, die durch besondere Muskeln bewegt werden. Dieser Kaumagen setzt das durch die Oberkiefer angefangene Kaugeschäft fort. Verwickelte Reusen aus feinsten Härchen verhindern dabei, daß nicht vollkommen zerschrotete Nahrungsteile in den Darm gelangen, der vom Magen aus durch den Hinterleib als ein fast gerader, dünner Schlauch verläuft und den man bei den Flußkrebsen mit dem Endstück des Schwanzes leicht ausreißen kann. Die sogenannte Leber auf beiden Seiten des Magens ist beim Flußkrebs oder Hummer an ihrer gelben oder gelblichbraunen Farbe und dem faserig-lappigen Bau leicht zu erkennen. Neben der Absonderung des Bauchspeichels kommt ihr hauptsächlich auch das Aufsaugen der Nahrungssäfte zu. Bei den meisten Entomostraken ist der Darm eine einfache, gleichweite Röhre, an der ein Magenabschnitt nicht nachweisbar ist, und die Leber ist in Form zweier, selten mehrerer einfacher oder auch verästelter Blindschläuche am Anfange des Darmes vorhanden.

Der Blutumlaufsapparat ist wieder sehr verschiedenartig entwickelt, sowohl was den Umfang und die Gestalt des Herzens anbetrifft als auch die Anzahl seiner seitlichen Öffnungen, durch die das Blut aufgenommen wird, sowie nach dem Grade der Ausbildung der von ihm ausgehenden Gefäße. Es herrscht die größte Mannigfaltigkeit, vom pulsierenden Rückengefäß oder dem einfachen Tönnchenherz der Wasserflöhe bis zu jenen komplizierteren Fällen, wo das arterielle Blut in röhrenförmigen Gefäßen bis zu den Organen, die es zu versorgen hat, geleitet wird, um hier erst in wandungslose Räume, sogenannte Lakunen, einzutreten, von ihnen aus den Kiemen zuzuströmen und sich dann wieder in Venen zu sammeln, so daß also das Gefäßsystem fast ein geschlossenes ist. Zuweilen fehlen auch Kreislauforgane vollkommen, so den Rankenfüßern, vielen Ruderfüßern und einigen Muschelkrebsen. Eine eigentliche Leibeshöhle gibt es bei den Krebsen nicht.

Das Blut enthält in der Regel Blutkörperchen und ist bei den Krebstieren meist farblos, bei unserem Flußkrebs höchstens mit einem violettlichen Scheine, bei manchen Gattungen der Hüpferlinge ist es rot, aber alle diese Tiere saugen das Blut von Fischen, also von rotblütigen Wirbeltieren.

Besondere Atmungsorgane können bei kleinen Krebsarten fehlen, und dann wird der nötige Sauerstoff durch die dünne Haut aufgenommen; wenn sie aber vorkommen, dann sind

es in der Regel Kiemen. Sie stellen im einfachsten Falle doppelwandige Platten oder richtiger sehr stark abgeflachte Taschen dar, die in wechselnder Zahl am Grundgliede der Brust- oder auch der Hinterleibsbeine sitzen. Auch die feder- oder büschelförmigen Kiemen der zehnfüßigen Krebse sind Anhänge des Stammgliedes der Brust- und Kieferfüße, wenn sie auch scheinbar in das Innere des Körpers dadurch verlagert worden sind, daß die Seitenteile des Kopfbrustschildes sich über sie hinweg gewölbt und eine geräumige Kiemenhöhle gebildet haben. Bei einigen landlebigen Formen sind die Kiemen stark zurückgebildet oder auch ganz geschwunden. Dann hat, wie z. B. beim Palmenräuber (Birgus latro *Hbst.*), die Kiemenhöhle die Funktion einer Lunge übernommen, oder es treten, wie bei manchen Landasseln, an den Abdominalfüßen luftführende Räume auf, die der Atmung dienen.

Als Ausscheidungsorgane von der Tätigkeit der Nieren kommen besonders zwei Arten von Drüsen vor, die Antennendrüse und die Schalendrüse. Jene mündet an der Basis der zweiten Antenne nach außen und ist im allgemeinen für die Malakostraken bezeichnend. Die Schalendrüse, so genannt, weil man ihr früher die Bildung der Schale zuschrieb, mündet jederseits neben dem hinteren Unterkiefer nach außen und findet sich fast nur bei Entomostraken. Beiderlei Drüsen sind bei Nebalia und den Muschelkrebsen ausgebildet.

Weitaus die Mehrzahl der Krebse ist getrennt geschlechtlich, nur bei festsitzenden oder festsitzend-schmarotzenden Formen, wie es die Wurzelfüßer und die Fischasseln sind, finden sich Zwitter. In einigen Fällen, bei Floh- und Muschelkrebsen, tritt neben der zweigeschlechtlichen auch noch eine eingeschlechtliche Fortpflanzung durch Jungfernzeugung auf. Meist wechseln dann, so wie wir es an den Rädertieren kennenlernten, beide Fortpflanzungsweisen regelmäßig miteinander ab. Bei einzelnen Arten (z. B. Muschelkrebsen) hat allerdings die letztere so sehr überhandgenommen, daß man die Männchen nur äußerst selten gefunden hat oder überhaupt nicht kennt.

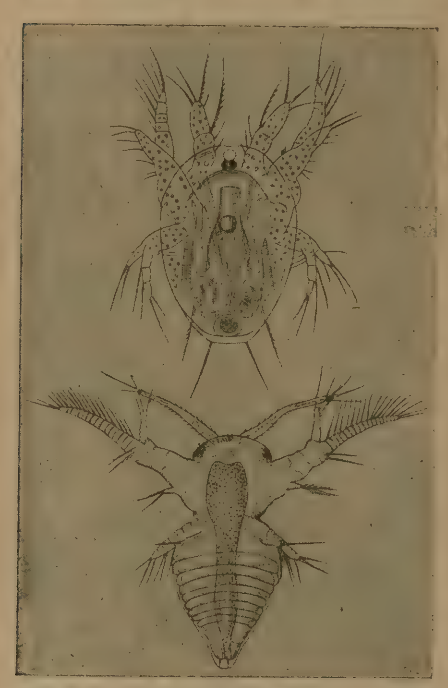
Geschlechtlicher Dimorphismus, äußere Ungleichheit der Geschlechter, gilt bei den Krustern als Regel, und oft sind beide Geschlechter in ganz bedeutendem Maße körperlich verschieden entwickelt. Bei den langschwänzigen Zehnfüßern sind die Männchen meist größer, wehrhafter und stärker als die Weibchen. Dies kommt bei kurzschwänzigen zwar auch vor, gewöhnlich ist es hier aber umgekehrt, die Weibchen sind oft beträchtlich, bei einem Muschelwächter, Pinnotheres pisum *L.*, sogar dreimal größer als die Männchen, und bei manchen Rankenfüßern und parasitären Asseln, bei denen neben Zwittertum doch auch Trennung der Geschlechter auftritt, wird das Mißverhältnis noch viel größer, indem die Männchen zu Zwergen herabsinken, die auf oder bei den Weibchen schmarotzen.

Bei den kurzschwänzigen Zehnfüßern ist der Hinterleib der Weibchen, der auf der Unterseite die Eier trägt, eben weil er als eine Art Deckel für die Brut dient, wesentlich breiter als bei den Männchen. Sehr häufig sind im männlichen Geschlecht Gliedmaßen zum Fassen und Festhalten der Weibchen während der Paarung oder auch zum Übertragen des Samens in besonderer Weise umgestaltet. Oft sind die Männchen auch im Besitz höher entwickelter Sinnes- und Bewegungsorgane zum Aufspüren, Verfolgen und Einholen der Weibchen. Der Zahl nach überwiegen teilweise die Männchen bedeutend die Weibchen, in anderen Fällen verhält sich dies, wie schon erwähnt, in noch höherem Grade gerade umgekehrt.

Die äußeren Geschlechtsöffnungen liegen auf der Unterseite meist in erheblicher Entfernung vom After, sehr häufig im Grenzgebiet von Kopfbruststück und Schwanz. Von Hilfswerkzeugen der eigentlichen Geschlechtsorgane finden sich bei den weiblichen Krustazeen oft Bläschen zur Aufnahme des Samens, bei den männlichen oft stilett- oder papillenförmige Hilfsorgane

für die Befruchtung, die meist aus umgewandelten Gliedmaßen hervorgehen. Meist wird der männliche Zeugungsstoff den Weibchen in Gestalt von Schläuchen an die äußere Geschlechtsöffnung geheftet, wobei der Flußkrebs das Weibchen mit den Scheren faßt, es auf den Rücken wirft und in einem ziemlich langwierigen Verfahren die Samenpatronen an ihm befestigt.

Die Mehrzahl der weiblichen Krebse ist mit besonderen Hilfseinrichtungen zur Brutpflege ausgerüstet. Sehr häufig sondern Drüsen entweder die Schalen der Eier oder einen besonderen Kitt ab, mit dem die Eier an dem Körper der Mutter befestigt werden. Diese Befestigung findet an verschiedenen Stellen des Hinterleibes, namentlich an seinen oft hierzu besonders umgestalteten Gliedmaßen, statt und betrifft die einzelnen Eier oder Gruppen von solchen, die unregelmäßige Träubchen oder von einer gemeinsamen Hülle umgebene, eigenartig gestaltete Pakete darstellen. Bei manchen Formen finden sich besondere Bruträume, die entweder durch umgestaltete Gliedmaßen oder Kiemenblätter gebildet oder durch Abwandlungen der Rückenschale hervorgebracht werden. Die Muschelkrebse machen übrigens von der ziemlich allgemein gültigen Regel, daß die Weibchen der Kruster ihre Eier mit sich herumschleppen, mehrfach Ausnahmen. So läßt sie Candona einfach in das Wasser fallen, Cypris legt sie an Wasserpflanzen, und Notodromas monacha *Müll.* klebt sie in regelmäßigen Reihen an Steinen fest.



Oben: Nauplius von Cyclops albidus *Jurine*. Aus C. Claus, „Die frei lebenden Copepoden“. Leipzig 1863. — Unten: Metanauplius von Branchipus. Nach C. L. Herrick („Bull. of the Laboratories of Denison University“).

Die **Eier** namentlich der größeren Krebsarten sind selbst bei nahe verwandten oft sehr verschieden, so daß man diese danach bestimmen kann. Die Verschiedenheit betrifft kaum die Gestalt, wohl aber die Farbe und Größe. Die Eiablage mag im allgemeinen an bestimmte Zeiten gebunden sein, die aber durchaus nicht immer etwa in den Frühling und Sommer fallen. Im Gegenteil haben viele Arten, besonders der kurzschwänzigen Zehnfüßer, gerade in den Wintermonaten reife Eier bei sich.

Bemerkenswert ist ferner die Tatsache, daß die westindischen Landkrabben, um ihre reifen Eier abzusetzen, das Meer aufsuchen müssen. Das ist eine Erscheinung, die man vergleichen kann mit dem Ablaichen der Aale und mancher anderen Flußfische im Meere; es ist ein Beispiel für das sogenannte biogenetische Grundgesetz, nach welchem ein Geschöpf in seinem Entwickelungsgang den seiner ganzen Sippe wiederholen muß.

Die Größe der Eier steht fast immer im umgekehrten Verhältnis zu ihrer Zahl, was überhaupt in der Tierreihe eine fast allgemeine und leicht erklärliche Erscheinung ist. Denn je mehr Nahrungsstoff in dem Ei vorhanden ist, um so selbständiger werden die aus ihm hervorgehenden Jungen sein, und ein um so größerer Teil von ihnen wird der Wahrscheinlichkeit nach das fortpflanzungsfähige Alter erreichen. Süßwasserbewohner erzeugen oft viel weniger und größere Eier als Meeresbewohner. So liegt die Sache bei vielen Krustentieren des süßen Wassers: unser Krebs verhält sich so gegenüber dem Hummer, die südeuropäische Süßwasserkrabbe gegenüber ihren Verwandten des Meeres, und dasselbe Verhältnis besteht

im allgemeinen zwischen Süßwasser- und Seefischen. Von der unter Umständen hervorgebrachten Menge der Eier kann man sich einen Begriff machen, wenn man hört, daß Landois durch sorgsame Zählung feststellte, daß eine einzige weibliche Languste von 44 cm Länge und 197 g Gewicht deren nicht weniger als 148416 mit sich herumtrug.

Die meisten Kruster verlassen das Ei nicht in ihrer endgültigen Gestalt, sie müssen vielmehr eine Metamorphose oder Verwandlung verschiedenen Umfanges durchlaufen. Viele Krebse des Meeres, seltener des süßen Wassers, kriechen als mikroskopisch kleine Wesen von eirunder Gestalt, mit einem vorn in der Mitte gelegenen, dreiteiligen Auge und drei Beinpaaren aus dem Ei. Das vorderste Paar ist einfach und stellt die Antennula dar, die beiden anderen sind zweiästig, sehr ansehnlich, dick und mit Borsten besetzt und verwandeln sich später in die zweiten Antennen und die Mandibeln; vorläufig dienen sie aber noch alle gleichmäßig der Fortbewegung. Eine solche Larve, die früher für ein selbständiges Tier gehalten wurde, heißt ein Nauplius. Nauplien sind allgemein verbreitet bei Kiemenfüßern, Muschelkrebsen, Hüpferlingen und Rankenfüßern; sehr selten sind sie hingegen bei Zehnfüßern, den Flohkrebsen und Asseln fehlen sie ganz. Durch Längenwachstum, Hinzutritt weiterer Gliedmaßenpaare und Umwandlung der vordersten zu Fühlern und Kauwerkzeugen entsteht nach und nach aus dem Nauplius das fertige Tier.



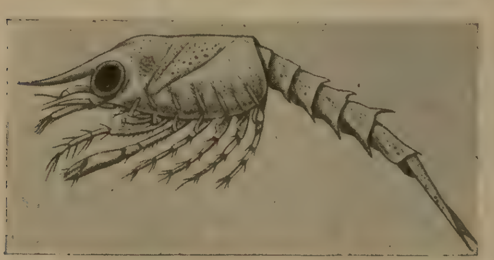
Zoëa von Virbius. Stark vergrößert. Aus Claus-Grobben, „Lehrbuch der Zoologie".

Die meisten zehnfüßigen Krebse des Meeres, lang- wie kurzschwänzige, verlassen das Ei gleich als sogenannte Zoëa, als gestreckte, winzige Wesen mit 7—8 Gliedmaßenpaaren, nämlich den Antennen, Mandibeln, Maxillen und zwei bis drei Kieferfüßen. Der Hinterleib ist lang und schon gegliedert, entbehrt jedoch der Beinanhänge. Von Sinnesorganen ist außer den großen, paarigen, zusammengesetzten Augen noch ein kleines unpaares Stirnauge vorhanden, das dem der Nauplien entspricht (s. die Abb.). Während die meisten Krabben und langschwänzigen Krebse am Boden leben — nur die Garnelen machen hiervon als Familie eine Ausnahme —, sind die eben als Zoëa bezeichneten Larven gleich den Nauplien Freischwimmer. Sie tummeln sich, wenn auch meist in der Nähe der Küsten, doch an der Oberfläche des Meeres oder einige Fuß darunter umher und teilen mit den meisten ihrer Verbreitungsgenossen vielfach die Eigenschaft einer oft so vollkommenen Durchsichtigkeit, daß sie ihre Anwesenheit entweder gar nicht oder nur durch die im Verhältnis zum Körper auffallend großen Augen verraten. Die Stacheln, welche die meisten Zoëen als Verlängerungen an ihrem Rückenpanzer besitzen und bei einigen Hochseeformen solche Größe erreichen können, daß der Körper faßt stabförmig erscheint, sind nach Chun und anderen wohl als Schwebeorgane aufzufassen, die ein rasches Absinken verhindern sollen.

Bei einigen langschwänzigen Zehnfüßern tritt die Zoëa nach einer Häutung in ein abermaliges besonderes Larvenstadium, das sogenannte Mysis-Stadium. Mysis heißt nämlich eine Gattung kleiner Krebse aus der Ordnung der Spaltfüßer oder Schizopoden, der jene

Larve ihrem äußeren Aufbau nach ungemein gleicht, weshalb sie auch als Schizopoden-Stadium bezeichnet wird. Eine derartige Larve hat außer den ursprünglichen Mundextremitäten und den Kieferfüßen noch weitere fünf Paar Brustbeine, die aber nicht als Schreitfüße, wie beim erwachsenen Krebs, entwickelt, sondern typisch zweiästig sind und als Ruder benutzt werden. Eine Annäherung an die endgültige Gestalt zeigt sich schon im Bau der Augen, denn diese sind nunmehr bereits gestielt. Kaum weiter entwickelt ist dagegen der Hinterleib, denn er ist zwar wohl gegliedert, aber ihm fehlen immer noch die Gliedmaßenanhänge. Nachdem diese Jugendform bedeutend gewachsen ist, erscheint nach einer letzten Häutung das ausgebildete, fortpflanzungsfähige Tier.

Ein Cypris-Stadium findet sich bei Rankenfüßern und heißt deshalb so, weil auf ihm die Larve, in diesem Falle auch Puppe genannt, einer häufigen Muschelkrebsgattung unserer süßen Gewässer, Cypris, einigermaßen gleicht. Sie besitzt nämlich wie diese eine doppelklappige Schale nach Art der Muscheln, aus deren unterem Längsspalt die beiden Fühler und sechs Paar Schwimmbeine hervortreten. Weiteres von der Verwandlung wird bei den einzelnen Ordnungen eingeschaltet werden.



Mysis-Stadium des Hummers. Nach G. O. Sars aus Claus-Grobben, „Lehrbuch der Zoologie"

Daß bei sehr vielen Krebsen des süßen Wassers das Jugendleben abgekürzt erscheint und eine Metamorphose sich nicht findet, ist wohl auch zu erklären. Das Larvenleben ist offenbar eine Einrichtung, geschaffen für Bewohner der weiten Meeresräume. Denn die Kleinheit, in der die Larven der meerbewohnenden Krebse das Ei verlassen, sowie ihre Gewohnheit, in allen Schichten des Wassers zu leben, gibt Gelegenheit, daß sie von den Strömungen auf weite Entfernungen fortgetrieben werden und so das Gebiet ihres Vorkommens wesentlich erweitert wird. Ein ungeheurer Teil freilich geht verloren, aber es gelangen immer noch genug Tiere zur Geschlechtsreife, um den Abgang der Art durch ihren Nachwuchs zu ersetzen. Nicht ohne Bedeutung, jedenfalls nicht ohne Interesse, ist folgende Tatsache. Ein kleiner Krebs, Palaemonetes varians *Leach*, lebt, nach den Beobachtungen von Paul Mayer, bei Neapel in ganz süßem Wasser und verläßt das Ei mit sämtlichen Beinanhängen des Kopfes und der Brust, den meisten Kiemen und den ersten fünf Hinterleibsbeinen in Gestalt von Knospen. Denselben Krebs beobachtete Boas bei Kopenhagen, aber in brackigem Wasser, und hier schlüpft er in viel weniger entwickeltem Zustande aus dem Ei. Die Kopfgliedmaßen sind zwar alle da, aber von Kiemen und Schwimmfüßen findet sich noch keine Spur. Es ist mithin die Entwickelung dieses Tieres im süßen Wasser gegenüber der im brackigen abgekürzt. Sehr interessant sind auch Beobachtungen und Erwägungen, die Fritz Müller in Brasilien über zwei verwandte Süßwasser-Garnelen gemacht hat. Die in dem schiffbaren Itajahy-Strom lebenden Garnelen verlassen das Ei als Zoëa. Anders aber ein in felsigen Bächen lebender Palaemon. Während bei seinem nächsten Vetter im Itajahy ein gleichgroßes Weibchen etwa 1200 Eier hat, trägt das der Bachgarnele selten mehr als 20, meist sogar nur 6—8 mit sich herum, die aber um so größer sind. Hier rüstet die Mutter durch den im Ei enthaltenen Nahrungsstoff die Kinder so weit aus, daß sie als fast ganz fertige junge Garnelen das Ei verlassen können, doch müssen sie sich noch innerhalb 4 Tagen dreimal häuten, bevor ihre Mundwerkzeuge zum Fressen geschickt sind. „Unsere (d. h. die brasilischen) Bäche", fährt Müller fort, „haben sich meist tiefe Schluchten gegraben, in

denen sie mit zahlreichen kleineren und größeren Fällen rasch zutage eilen; die ruhigen Tümpel am Fuße der Wasserfälle sind der Lieblingsaufenthalt der Garnele. Schwämme ihre junge Brut umher, wie die Zoëa ihrer flußbewohnenden Gattungsgenossin, so hätte sie sicher zum größeren Teil nach jedem Gewitterregen

„der strömende Gießbach hinweg im Strudel der Wellen gerissen".

Sollte die Art in diesen oft so wilden Bächen gedeihen, so mußte entweder die Zoëa-Zeit eine so kurze werden, daß Aussicht war, sie oftmals ohne Gewitter zu durchleben, oder es mußte schon die Zoëa sich in Schlupfwinkel verkriechen und da sich festzuhalten lernen. Beides ist geschehen; in 3—4mal 24 Stunden ist jetzt nicht nur die Zoëa-, es ist die ganze Larvenzeit vorüber, und schon die Zoëa-Gliedmaßen, die jetzt bisweilen kaum noch minutenlang tätig sind, haben ihre inneren Äste zu Gangbeinen entwickelt, die auffällig kräftige, scharfe, stark gekrümmte Endklauen tragen."

Wie alt die Krustentiere werden, wissen wir im allgemeinen nicht, manche aber, wie die japanische Riesenkrabbe, Kaempfferia kaempfferi *Haan*, oder große Hummer mögen wohl häufig ein bedeutendes Alter, von 30 Jahren und vielleicht noch mehr, erreichen. Wenn unser Flußkrebs viel Glück hat, kann er sein Leben vielleicht auf 20 Jahre bringen, aber solche Veteranen dürften selten sein. Sacculina carcini *Thomps.*, der merkwürdige, an Krabben schmarotzende Wurzelkrebs, lebt, nach den Beobachtungen von Yves Delage, 3 Jahre und 2—3 Monate, und den meisten kleineren Formen dürfte wohl nur ein kurzes, bisweilen kaum tagelanges Dasein beschieden sein.

Die Größe der Krebse ist sehr schwankend und erreicht besonders nach oben viel höhere Grenzwerte als bei den Insekten; so wird die japanische Riesenkrabbe so groß, daß ihre Scherenfüße über 3 m klaftern und so dick wie ein Mannesarm werden, dabei ist ihr Rumpf 50 cm lang. Ganz alte Hummern können auch gegen 70 cm lang werden. Solche gigantische Erscheinungen sind aber in der Gegenwart Ausnahmen; die meisten Krabben sind zwischen 2 und 7 cm breit, die Asseln erreichen, allerdings nur in einer einzigen Form, die alle anderen weit hinter sich läßt, ihr Höchstes bei 20 cm. Die meisten Entomostraken sind klein, selbst winzig, wenn sie auch nie im ausgebildeten Zustande mikroskopisch sind.

Ebenso schwankend wie die Größe ist natürlich auch das Gewicht der Krebse. Wie schwer die japanische Riesenkrabbe wird, findet sich nicht angegeben, aber Taschenkrebse der Art Cancer pagurus *L.* von mehr als 7 kg Gewicht hat man schon gefangen.

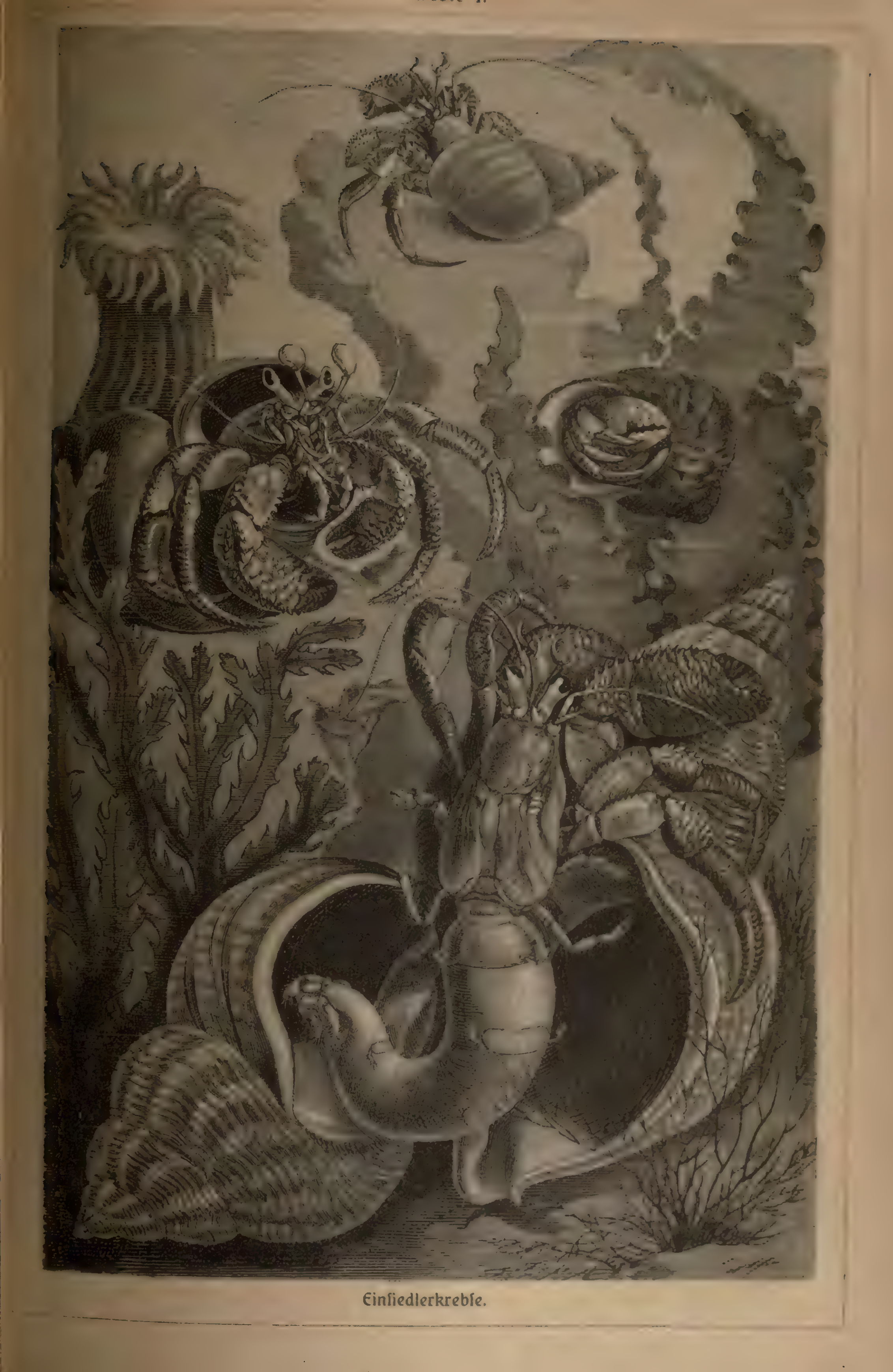
Das Wachstum der größeren Formen geht im allgemeinen langsam vor sich und um so langsamer, je älter sie sind, kleine Formen erreichen hingegen bald den Höchstbetrag ihrer Größe.

Als eine besondere Art des Wachstums erscheint das Regenerationsvermögen, und mit ihm geht Hand in Hand die Fähigkeit, Gliedmaßen, wie man sich ausdrückt, „freiwillig" abzuwerfen, die Selbstverstümmelung oder Autotomie. Mit welcher Leichtigkeit zehnfüßige Krebse oder Krabben, wenn man sie derb packt, ein Bein oder gar eine Schere fahren lassen, ist bekannt. Jeder Sammler von Krebsen weiß, daß namentlich die Galatheen und Porzellanen mit äußerster Vorsicht behandelt werden müssen, wenn sie nicht in der Hand des Fängers sich mehrerer oder auch aller Beine entledigen sollen. Eine echte Krabbe, Xantho, die Carrington auf einen mit Alkohol angefeuchteten Lappen legte, warf sofort alle ihre zehn Beine ab. Ob bei dem Vorgang wirklich sogenannter freier Wille im Spiele ist, oder ob er bloß auf einem Krampf beruht, wie das Ausspeien der Eingeweide bei den Holothurien, ist schwer zu sagen. Doch dürfte das letztere der Fall sein, wie denn wohl auch ein Krampf das Bein nahe am Leibe abbricht, wenn das äußerste Glied beschädigt worden ist. Die Krabben-

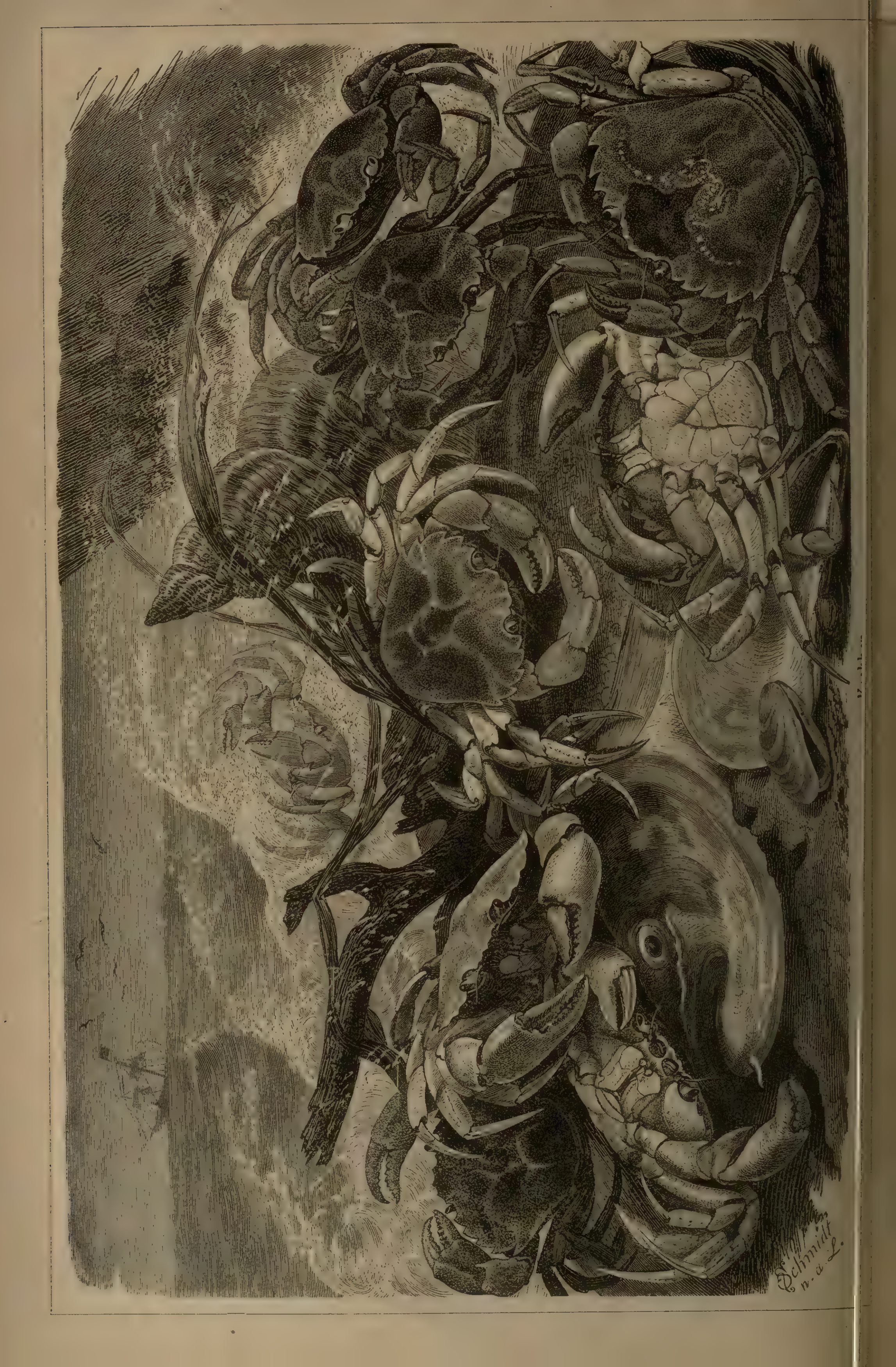
und Hummerfischer behaupten allerdings, daß das Tier, an einem Beine gepackt, dieses ab-
werfe, um zu entkommen. Namentlich sollen auch die Hummern bei Gewitter und Kanonen-
donner „aus Schreck" ihre Beine verlieren. Das sind eben Fischergeschichten. Zuverlässige
Beobachtungen über dieses merkwürdige Geschehen stellten Frédericq und Dewitz an. Quer um
das erste freie Glied, das Basalglied, aller zehn Beine der Krabben verläuft eine Naht, in der
zwei aufeinanderfolgende ursprünglich getrennte Teile dieses Gliedes sich vereinigen. Hier
und nur hier erfolgt der Bruch. Ist das Bein abgeworfen, so tritt beim Krebs nur geringe,
bei Krabben überhaupt keine Blutung ein. Schneidet man einer Krabbe oder einem Krebs
das Bein an einer anderen Stelle vor der Naht durch, so wirft er es doch an dieser ab und
schließt so und unter Bildung eines Häutchens den Kanal, aus dem sein Lebenssaft abfließen
könnte. Die Fühler wirft kein Krebs freiwillig ab. Übrigens sind die zehnfüßigen Kruste
durchaus nicht die einzigen, die sich ihrer Beine entäußern, gelegentlich kann man es auch be
Asseln und Gespenstkrebsen (Caprellidae) beobachten. Nach Beobachtungen Varignys sind
eben gehäutete und erschöpfte Tiere zur Selbstverstümmelung unfähig. Bei jenen ist de
Panzer zu nachgiebig, um zu brechen, bei diesen die Muskelkraft zu gering.

Daß nun der Krebs imstande ist, ein solches verlorenes Glied wieder zu ersetzen, ist be-
kannt. „Es wächst wieder nach", sagt das Volk ganz richtig. An der Stelle der Selbstver-
stümmelung wächst eine Art kegelförmiger Knospe hervor und nimmt allmählich die Gestal
des abgeworfenen Teiles an. Bei der nächsten Häutung zeigt sich, daß unter der Narbenhau
das verlorene Glied neu angelegt worden ist, so daß es sich unmittelbar nach der Häutun
wieder entfalten kann, allerdings noch nicht gleich in der Größe, die es vorher hatte; sonder
bei jeder Häutung wächst es, und erst nach langer Zeit erreicht die Gliedmaße annähern
die Größe wie ihr unbeschädigtes älteres Gegenstück. Daher kommt es, daß man nicht selte
Krebse mit Scherenfüßen und anderen Gliedmaßen findet, die trotz vollkommen gleicher Brauch-
barkeit und gleichem anatomischen Bau sehr ungleich groß sind. In gewissen Gegende
Spaniens beraubt man dort Barriteta genannte Krebse ihrer Scheren des Verspeisens halb
und versetzt sie darauf lebend ins Wasser zurück, wo die Schere wieder nachwächst, ein Vor-
gang, der einigermaßen an den Braten vom Schweine Saehrimnir an der Tafel der nor-
dischen Götter und Helden in Walhalla erinnert.

Weitaus die meisten Krebse haben ihren Aufenthalt im Wasser, und zwar im Meer
aber nur eine Ordnung, nämlich die der Rankenfüßer, ist überhaupt auf dieses beschränkt
während die Kiemenfüßer fast ausschließlich Bewohner des süßen Wassers sind. Zehnfüße
Asseln, Hüpferlinge und Muschelkrebse finden sich in süßem und salzigem Wasser, das Lan
bewohnen nur einige Asseln und Zehnfüßer, langschwänzige sowohl als kurzschwänzige, sow
ein paar Flohkrebse. In den nordischen, besonders den schwedischen und finnischen, aber au
einigen deutschen Seen leben eine Anzahl von Formen, deren nächste Verwandte aus de
Meere bekannt sind. In den Wasseransammlungen zwischen den Blättern ananasartiger, a
hohen Urwaldbäumen des tropischen Brasiliens parasitisch lebender Pflanzen, Bromeli
finden sich eigenartige kleine Hüpferlinge und Muschelkrebse, die anderswo nicht vorzukomm
scheinen. Selbst in den geringen Wassermengen, die von Moospolstern lange Zeit zurü
gehalten werden, tummeln sich fast stets Hüpferlinge aus der Familie der Harpacticiden. I
den Schwefelquellen von Paravisa in Italien fand Pavesi Muschelkrebschen, und die interessan
Artemia salina *L.*, eine Kiemenfußform, war in den Salzpfannen von Capo d'Istria,
denen in der Sonne das Seewasser abgedampft wurde, äußerst munter in einer Lake, d
mindestens 27—30 Prozent Salz enthält.



Einsiedlerkrebse.



Die auf dem Lande lebenden Krebse bewohnen doch meist feuchte Stellen und sind in der Regel nächtliche Geschöpfe, die sich, bisweilen in die Erde eingegraben, den Tag über versteckt halten. Ein Flohkrebs der Gattung Orchestia, wahrscheinlich O. bottae *M.-E.*, ist bei Triest in der Nähe der Küste sehr häufig an feuchten Stellen. Im Winter findet man ihn bei Kälte unter tiefliegenden Steinen in Menge beisammen, was man jedoch wohl nicht gerade als eine Art Winterschlaf deuten darf.

Nicht wenig Krebse leben, wie die Engländer es nennen, „between tidemarks", d. h. an einem Küstenstrich, der bei der Flut vom Meere bedeckt, bei der Ebbe von ihm freigegeben wird, und ähnliche Arten verlassen in Meeren mit sehr wenig Wasserstandsschwankungen, wie im Adriatischen, das Wasser gern und oft, um sich in seiner unmittelbaren Nähe zwischen Steinen, an Felsen und Mauern herumzutreiben. Solche Formen finden sich unter den Krabben, Asseln und Flohkrebsen. Auch manche Seeeicheln (Balanidae) siedeln sich so hoch an der Strandlinie an, daß sie bei höchster Ebbe außerhalb des Wassers kommen. Diese schließen dann einfach ihren Deckelapparat und warten die Wiederkehr der Flut ab, um ihn wieder zu öffnen.

Die Nahrung der Krebse besteht im allgemeinen aus tierischen Stoffen, seien es lebende Tiere, sei es Aas, womit auch der Flußkrebs im Notfalle vorliebnimmt. Manche Formen sind gewaltige Räuber. Andere fressen daneben auch Pflanzenkost, wie unser Flußkrebs, für den der Wasserarmleuchter, Chara, wohl des Kalkgehaltes wegen eine beliebte Speise ist. Viele leben von Teilchen verwesender Pflanzen- und Tierleichen, von Infusorien, Diatomeen und anderen, selbst größere Krabben des Meeres verschmähen diese Kost nicht. Nicht wenige Arten könnte man schließlich ihrer Ernährungsweise entsprechend als Nannoplanktonfresser zusammenfassen, nämlich alle die Formen, deren Beine zum Herbeistrudeln und automatischen Aussieben der kleinsten, in ungeheueren Mengen im Wasser schwebenden Pflanzen und Tiere eingerichtet sind. Hierher gehören in erster Linie die Rankenfüßer und weiterhin die überwiegende Mehrzahl der Blattfüßer und Wasserflöhe.

Eine sehr bedeutende Zahl stellen die Krebse zu den Schmarotzertieren, und in gewissen Punkten ist der Parasitismus bei ihnen am mannigfaltigsten und interessantesten entwickelt. Vom harmlosen kleinen Zehnfüßer, der die Hohlräume eines Seeschwammes nur als Unterschlupf benutzt, bis zum Wurzelfüßer, Sacculina, der, an seinem Wirte festgesogen, zu einem mundlosen, ganz ungestalten Sack entartet, sind alle Stufen des Schmarotzertums vertreten. Aber auch die am meisten durch ihr Schmarotzertum entarteten Formen führen in der Jugend ein freies Leben in ähnlichen Gestalten wie die dauernd freilebenden und weisen sich eben durch diese Jugendformen als zu den Krebsen gehörig aus.

Es gibt im Meere fast keine Klasse von Tieren, bei denen sich nicht auch schmarotzende Krebse einzunisten pflegten: so beziehen Krebse die Schalen der Muscheln und die Röhren der Ringelwürmer, hausen in Schwämmen und auf Gorgoniden, veranlassen Korallen zu seltsamen Mißbildungen, belästigen Seeigel und Seesterne in verschiedenster Weise, entziehen den eigenen Stammesgenossen die besten Lebenssäfte, überfallen in Massen die Fische und verschonen selbst die Riesen der Meere, die Waltiere, nicht. Doch erzählt uns der Schwede Aurivillius, daß sie nicht jede Art dieser Leviathane mit ihrer Gegenwart beehren: schmarotzende Asseln, Hüpferlinge und Rankenfüßer finden sich wohl auf der Haut des nordischen Finnwals, Balaenoptera physalus, aber nicht auf der des Sibbaldschen Finnwals, Balaenoptera sulfurea, dem sie dafür im Maule zwischen dem Faserwerk seiner Barten sitzen. Am weitesten geht indessen eine Assel im Schmarotzertum, die eine Art Aftermieterin genannt werden kann, denn sie schmarotzt bei einem Wurzelfüßer, der seinerseits der aufgedrungene, unliebsame Gast einer Krabbe ist.

Leben viele Formen in der Jugend frei und schmarotzen im Alter, so kommt auch das Umgekehrte vor: merkwürdige Asseln, die Gnathiiden oder Pranizidén, leben in der Jugend auf Fischen, und so auch dauernd die Weibchen, während die Männchen später freilebend werden. Ähnliches findet sich noch bei Kopepoden.

Ganz besonders zeichnen sich aber die Kruster und namentlich die Krabben und Einsiedlerkrebse durch die freundschaftlichen Verhältnisse aus, die sie mit anderen Tieren, besonders Seeanemonen, eingehen. Sehr ausführlich sind diese hochinteressanten Erscheinungen der Symbiose, d. h. des Miteinanderlebens, bei der Betrachtung der Seeanemonen besprochen worden.

Die Feinde der Krebse sind so mannigfaltig wie diese selbst. Strandvögel, Fische, Tintenfische, Nesseltiere, Stachelhäuter, Würmer verschmähen Krebse, deren sie habhaft werden, so wenig wie anderes Getier. Tintenfische gelten als besondere Feinde der Krabben und Garnelen, die sie im freien Wasser fangen, wie aus Klüften und Spalten hervorholen; großen Hummern werden wohl überhaupt nur sie gefährlich. Nur selten sind Krebse Krebsfresser, wie Palaemonetes varians *Leach*. Doch auch der Flußkrebs frißt frisch gehäutete Butterkrebse der eigenen Art.

Die Beziehungen der Krustentiere zu den Menschen laufen meistens darauf hinaus, daß jene diesen zu Nahrung und Genuß verhelfen: Hummern, Flußkrebse, Langusten, Krabben, Garnelen sind bekanntlich keine zu verachtenden Zierden unserer Tafel. In England, Spanien, China und Ostindien werden die größeren Seepocken gegessen, die kleineren zu Tunken und Brühen verarbeitet, und eine Entenmuschel, Pollicipes cornucopia *Leach*, wird gesotten in England und Portugal öfters genossen und soll recht gut schmecken. An den Meeresküsten können Kruster, die im Binnenlande doch mehr Leckerbissen für die oberen Zehntausend sind, in der Tat mit zu den Volksnahrungsmitteln gezählt werden, freilich nicht in dem Grade wie ein Kiemenfuß aus den Salzseen von Fessan, der südlichsten Provinz von Tripolis, der dort unter dem Namen Dut, mit Datteln zu einem Mus oder Teig angerichtet, für die Einwohnerschaft ein wichtiges Lebensmittel abgibt.

Auch der mittelbare Nutzen, den die Krebse der Menschheit bieten, ist, abgesehen von ihrer wichtigen Rolle, die sie als Vertreter der Reinlichkeitspolizei im Meere spielen, kein unbedeutender. Unermeßliche Scharen kleiner Hüpferlinge, Temora, sind es, welche die Heringe an unsere und den Lodd, Mallotus villosus, an die östlichen Küsten Nordamerikas locken, und die dadurch unendlich viel nützlicher als alle obengenannten Leckerbissen, ja für Tausende von Menschen zur Grundbedingung des Daseins werden. Auch Edelfische, wie der skandinavische Lachs und die Renken der Seen unserer Voralpen, nähren sich fast ausschließlich von kleinen Krustern, jener von Süßwasserasseln, diese wiederum von Hüpferlingen und Wasserflöhen. Der gemeinen Krabben und der weichleibigen, fetten Einsiedlerkrebse bedient man sich vielfach als Köder beim Fischfang, und die Garnelen, die oft in ungeheuren Mengen gefangen werden, verarbeitet man im Oldenburgischen zu einem Dungmittel, dem Granat-Guano, auch zu einem Futter für Nutzgeflügel und Ziervögel.

Daß die älteren Arzneibücher die Krustentiere nicht übersahen, läßt sich denken: pulverisierte Krebssteine waren als Lapides cancrorum ein Mittel gegen Magensäure, obwohl man ebensogut Kreide anwenden konnte, und, da die alten Apotheker gern das Widerliche zusammengossen, durften Kellerasseln, innerlich gegen Harnbeschwerden gegeben, nicht fehlen.

Unmittelbar schädlich ist wohl kein Krebstier dem Menschen, und wenn ja einmal ein Hummer, Krebs oder eine Krabbe einen Menschen in den Finger zwickt, nun — man braucht ihn ja nicht hinzuhalten. Daß die kleinen, gelegentlich in Austern und besonders Miesmuscheln vorkommenden Krabben, die Muschelwärter, ihren Wirten giftige Eigenschaften mitteilen sollen,

ist Unsinn, es sind in dieser Beziehung die harmlosesten Geschöpfe von der Welt. Mittelbar werden allerdings manche Kruster schädlich. Die Austernbänke haben unter den Überwucherungen von kleinen Seepocken zu leiden, die ihnen die besten Bissen oder richtiger mikroskopische Bißchen vor dem Munde wegnehmen, und vermutlich wäre das Meer reicher an wertvollen Fischen, wenn es nicht so viele wertlose Krabben und sonstige Krebsarten erzeugte. Aber dieser mittelbare Schaden will wenig sagen gegenüber dem, den gelegentlich eine Assel, eine Bohrassel, Limnoria terebrans *Leach*, anrichtet. Dieser unscheinbare Geselle kann, wie man zuerst 1809 in England erfahren mußte, trotz seiner Kleinheit (er ist 2—5 mm lang) in Gesellschaft einer anderen Form, Chelura terebrans *Phil.*, die kostbarsten Hafenbauten durch das Zerbohren des Holzwerkes vernichten. Dabei ist besonders unangenehm, daß er in den selbstverfertigten Gängen seiner feuchten Wohnstätten tagelang ohne neuen Zutritt des Wassers leben kann, daher auch alles Holzwerk zwischen Flut- und Ebbelinie zu zernagen vermag.

Im allgemeinen ist ein Übergewicht tropischer Formen unter den Krebsen nicht nachzuweisen. Der Artenreichtum ist, wenn die Arten teilweise auch kleiner sein mögen, in den arktischen und antarktischen Meeren nicht geringer als in den tropischen, der Individuenreichtum sogar größer, so daß wahrscheinlich hier wie dort auf die gleiche Menge Wasser eine entsprechend gleiche Menge Krebs kommen dürfte. Doch gilt das nur für die Meeres- und allenfalls für die Süßwasserformen, die Landformen nehmen nach dem Äquator hin entschieden zu. Übrigens gehören die größten bekannten Meeresbewohner aus der Klasse der Krustentiere, die japanische Riesenkrabbe und der Hummer, der gemäßigten, letzterer zum Teil sogar den kalten Regionen an.

Krebstiere der Vorzeit gehören mit zu den ältesten Versteinerungen, die man kennt. Bereits in den unterkambrischen Schichten, besonders reich entwickelt aber im Silur findet sich die merkwürdige, im Perm schon wieder erlöschende Gruppe der Trilobiten. Es sind flachgedrückte, äußerlich etwas asselähnliche Tiere, deren oft bestachelter Körper aus einem stattlichen Kopfschild, einem vielgliederigen Rumpf und einem Schwanzschild besteht und an der Unterseite Spaltfüße trägt, ein Beweis ihrer Zugehörigkeit zu den Krebsen. Die Kopfgliedmaßen nebst den Antennulae erinnern an die Hüpferlinge, bei denen jedoch der Beincharakter der Mundteile schon verloren ist, die veränderliche Segmentzahl und der Bau der Augen an die Branchiopodiden unter den Blattfüßern. Viele von diesen Meeresbewohnern konnten sich einrollen wie ein Kugelgürteltier.

Von echten Entomostraken kennen wir meerbewohnende Muschelkrebse gleichfalls schon aus dem Kambrium, Rankenfüßer seit dem Silur, Blattfüßer mit Sicherheit erst aus dem Devon, die Ruderfüßer aber wegen ihrer Zartheit, die sie zur Versteinerung ungeeignet macht, lediglich aus der Gegenwart. Die Malakostraken finden sich fast nur in jüngeren Schichten, denn aus dem Kambrium und Silur kennen wir außer solchen Formen, die zwischen Blattfüßern und Malakostraken einigermaßen vermitteln, gar keine Reste von ihnen und aus dem späteren Erdaltertum nur vereinzelte, zum Teil übrigens unsichere. Erst vom Beginn des Mittelalters, also von der Trias an, sind wenigstens die besser erhaltungsfähigen Gruppen der Asseln und der Zehnfüßer reichlicher vertreten. Das versteinerte Material gibt, wie so oft, nur vereinzelte Anhaltspunkte für den Versuch, einen Stammbaum zu entwerfen. So sind die Trilobiten zwar ganz gewiß altertümlich organisierte Krebsformen; dies lehrt schon die Vielzahl gleichartiger Beinpaare. Doch müssen wir es dahingestellt sein lassen, ob sie nur die letzten Ausläufer eines alten Stammes sind, oder ob auch Vorfahren anderer Krebsgruppen bei ihnen zu suchen wären. Dagegen scheint einiges dafür zu sprechen, daß die Malakostraken

in den alten Erdperioden, aus denen wir sie nicht kennen, tatsächlich noch nicht da waren, sondern sich erst später aus Entomostraken heraus entwickelt haben. Denn so lückenhaft die Überlieferung auch ist, es sind vermittelnde Formen, wie wir das schon andeuteten, in den älteren Schichten vorhanden; auch treten gerade im Oberkarbon Formen von Malakostraken auf, die noch Mischmerkmale der heutigen Legionen und Ordnungen aufweisen, so daß etwa in dieser Zeit auch der Ursprung der Malakostraken gesucht werden könnte. So scheinen also die Entomostraken die älteren, die Malakostraken die jüngeren Krebse zu sein, wie man in der Tat seit langer Zeit jene die „niederen“, diese die „höheren“ Krebse nennt.

Innerhalb der Malakostraken stammen wohl die Zehnfüßer von Spaltfüßern (Schizopoden) ab, da sie im Larvenleben noch heute ein „Mysisstadium“ durchlaufen. Unter den Zehnfüßern wiederum sind allem Anschein nach die Langschwänze, die Makruren, älter als die kurzschwänzigen Krabben oder Brachyuren, denn diese kennen wir erst seit dem oberen Jura, und es mag sein, daß die Krabben sich aus verschiedenen Gruppen der Langschwänze herausbildeten.

Soviel über die Herkunft der einzelnen Krebsabteilungen. Noch dunkler ist natürlich die Herkunft der ganzen Klasse. Nur soviel scheint gewiß, daß die Krebse nicht etwa von einer der anderen Gliederfüßerklassen abzuleiten sind, sondern selber in der Basis des Stammes der Arthropoden wurzeln. Die letzteren ihrerseits sind zweifellos mit den Ringelwürmern (Annelida) näher als mit irgendwelchen anderen Tieren verwandt: sie teilen mit jenen die metamere Gliederung, die Anordnung der wichtigsten Organe, den „strickleiterartigen“ Bau des Nervensystems. Daraufhin könnte man nun meinen, die Vorgeschichte der Krebse müsse sich völlig im Meere abgespielt haben, wo ja überhaupt von vielen die Wiege des Lebens gesucht wird, wo auch die Würmer nach manchen Anzeichen ihre Urheimat zu haben scheinen, und wo noch heute wohl der größte Artenreichtum und sicher die größte Mannigfaltigkeit der Krebse zu finden ist. Und sicher sind Formen wie Landkrabben und Landasseln oder Flußkrebs und Süßwassergarnelen ehemals in schon ähnlicher Gestalt Meeresbewohner gewesen und erst sekundär dem Binnenlande oder seinen Gewässern angepaßt. Die Frage nach dem Wohnbereich der Krebse in urgrauer Vorzeit ist aber damit noch nicht entschieden. Vielmehr sei auf die interessante Annahme von Simroth hingewiesen, daß eine weit zurückliegende Zeit des Landlebens den Krebsen den Stempel ihrer eigentümlichen Organisation aufgedrückt haben mag. Denn so weit sie auch jetzt im Meere verbreitet sind, als eigentliche Landtiereigenschaften, die sie treu beibehalten haben, könnten ihr allgemeiner Körper- und Gliedmaßenbau, ferner der Chitinpanzer als ehemaliger Schutz gegen Trockenheit und endlich die bemerkenswerte Tatsache gedeutet werden, daß die Krebse gleich den Insekten quergestreifte Muskulatur haben, niemals aber auch beim zartesten Larvenstadium nur eine Spur von Wimperkleid, wie es sonst bei Wassertieren so verbreitet ist.

Gemäß dem vermutlichen Stammbaume der Krebse haben wir zuerst die „Entomostraken“ und dann die „Malakostraken“ zu behandeln. Während aber die Malakostraken eine gut umschlossene, einheitliche Gruppe bilden, stellen die Entomostraken ein bunt zusammengewürfeltes Häuflein dar, bestehend aus vier, oder mit den ausgestorbenen Trilobiten fünf, nicht besonders nahe miteinander verwandten Ordnungen. Daher behandeln wir besser ohne besondere Zusammenfassung zunächst die vier Entomostrakenordnungen der Phyllopoda, Ostracoda, Copepoda und Cirripedia und lassen dann als fünfte Ordnung die Malacostraca folgen, die wir wegen ihrer regelmäßigen, bei allen ihren Angehörigen gleichen Segmentzahl auch Nomostraca oder Regelkrebse nennen können.

Erste Ordnung:

Blattfüßer (Phyllopoda).

Die mehr als 300 Arten der Blattfüßer (Phyllopoda) sind größtenteils recht kleine Krebschen, denn nur wenige unter ihnen bringen es zu einer Länge von einigen Zentimetern. Kennzeichnend für die Ordnung ist der gleichmäßige Bau der Brustfüße: sie sind blattförmig, gelappt und mit einem flachen Kiemensäckchen ausgerüstet. Ihrer Aufgabe nach sind die Gliedmaßen in erster Linie Schwimmfüße, in zweiter dienen sie jedoch auch zum Herbeistrudeln der Nahrung. An Mundgliedmaßen sind nur die kräftigen Mandibeln und schwache Maxillen vorhanden, von denen das zweite Paar zumeist fast ganz zurückgebildet ist. Kieferfüße fehlen. Die Zahl der Körpersegmente wechselt in hohem Grade; sie sind ziemlich gleichmäßig ausgebildet, so daß, von dem beinlosen Hinterleib abgesehen, eine Gliederung des Körpers in größere Abschnitte nur wenig hervortritt. Sehr verschiedenartig wird das Aussehen dieser Tiere durch den Umstand, daß Schalenbildungen teils ganz fehlen und da, wo sie vorhanden sind, in ihrer Form sehr wechseln. Die paarigen Seitenaugen sind zuweilen, vor allem bei den wenigen räuberischen Formen, recht ansehnlich entwickelt; daneben findet sich aber fast stets noch ein unpaares Stirnauge, das dem der Naupliuslarve entspricht.

Von den meisten Blattfüßern werden die Weibchen gewöhnlich massenhaft, die Männchen hingegen äußerst selten gefunden. Ja, von einer der gemeinsten Gattungen, dem Kiefenfuß, sind die Männchen überhaupt erst 1856 von Kozubowski entdeckt und bis zum heutigen Tage nur hin und wieder gefangen worden. Von anderen kommen sie nur eine kurze Zeit des Jahres vor, und es folgen sich während der übrigen Monate mehrere parthenogenetisch erzeugte Generationen von Weibchen. Auch darin unterscheidet sich diese Ordnung in ihrer Gesamtheit von den anderen, daß ihre meisten Mitglieder im süßen Wasser oder wenigstens in Binnengewässern leben.

Erste Unterordnung: **Euphyllopoda.**

Die größten der jetzt lebenden Phyllopoden gehören zur Unterordnung Euphyllopoda, die in drei Familien mit zwar nur wenigen, aber ausgezeichneten Gattungen vertreten ist. Der reich segmentierte Körper hat zahlreiche, mindestens zehn Paar Kiemenblattfüße und meist eine Schalenhülle, die jedoch den Jungen stets fehlt. Fast durchweg gehören die Euphyllopoden den Binnengewässern an und setzen durch ihr massenhaftes Erscheinen an Orten, wo sie jahrelang nicht bemerkt wurden, den in Erstaunen, der nicht weiß, daß ihre Eier die Entwickelungsfähigkeit bewahren, auch wenn sie mehrere Jahre eingetrocknet liegen. Die Jungen verlassen als Nauplius gewöhnlich die Eier, zeigen in manchen Fällen jedoch bereits die Anlagen weiterer Gliedmaßen und werden dann als Metanauplius bezeichnet (Abb., S. 630).

Gänzlich fehlt die Schale in der Familie der Kiemenfüße (Branchipodidae). Der Körper ist langgestreckt; man kann an ihm den Kopf mit den beiden großen, gestielten Seitenaugen und dem kleinen Naupliusauge auf der Stirn, ferner die Brust mit 11 Paar Schwimmfüßen und das lange fußlose Abdomen unterscheiden, das sich nach hinten allmählich verjüngt und in zwei starke gefiederte Borsten (die sogenannte Furca) ausläuft. Die ersten Antennen sind klein und fadenförmig, die zweiten dagegen recht ansehnlich, besonders im männlichen Geschlecht, wo sie zu kräftigen, großen Zangen umgebildet sind und zum Festhalten der Weibchen während der Begattung dienen. Die eigentlichen Begattungsorgane der Männchen liegen am

Grunde des Hinterleibs und bestehen aus zwei starken Haken. An der gleichen Stelle findet sich bei den Weibchen, je nach der Art, eine in ihrer Form sehr wechselnde Tasche, in der die Eier vor der Ablage aufbewahrt werden und ihre letzte Ausbildung erhalten.

Die Branchipodidae, vorzügliche Schwimmer, die schnell und sicher mit dem Rücken nach unten durchs Wasser gleiten, sind in zahlreichen Arten über die ganze Erde verteilt; bei uns sind die beiden häufigsten Branchipus schaefferi *Fischer* (stagnalis, pisciformis), der „Fischförmige Kiemenfuß" Schaeffers, und Chirocephalus grubei *Dybowski*. Ersterer ist etwa 12 mm groß, letzterer erreicht 25 mm und mehr. Beide sind blaßgelblich gefärbt mit lebhaften bunten Zeichnungen und treten im zeitigen Frühjahr in Pfützen und Lachen auf, die der Schneeschmelze und reichlichen Niederschlägen ihre Entstehung verdanken. Mit dem Austrocknen der Tümpel im April und Mai verschwinden auch die Kiemenfüße. Ch. grubei scheint die lichten Wälder und Wässer mit faulendem Laub zu bevorzugen, B. schaefferi dagegen sonnigere Pfützen mit Lehmboden. Die zwei Arten sind leicht zu unterscheiden an ihren Stirnanhängen, die zwischen den Antennen stehen; sie sind bei Br. schaefferi lange Fäden (s. die Abb.), bei Ch. grubei, wie bei den übrigen 3—4 deutschen Arten der Gattungen Chirocephalus *Prévost* und Streptocephalus *Baird*, gefaltet und gezähnt. Ganz fehlen die Stirnfortsätze bei dem sonst ähnlichen, stets etwas kleiner bleibenden Salzkrebschen oder Salinenkiemenfuß, Artemisia salina *L.* (Artemia), das außerdem durch sehr kurze Furkalanhänge am Hinterleib gekennzeichnet ist. In Deutschland findet sich das Salzkrebschen nur in Seesalzsalinen bei Greifswald, sonst aber in salzigen Binnengewässern ganz Europas, in Kleinasien und Ägypten.



Männchen vom Kiemenfuß, Branchipus schaefferi *Fischer*. 10fach vergrößert. Aus Claus-Grobben, „Lehrbuch der Zoologie".

Das Salzkrebschen ist eine von den Arten, bei denen die Fortpflanzung durch Eier ohne männliches Zutun, die sogenannte Parthenogenesis, sicher beobachtet wurde. Karl Vogt und v. Siebold bemerkten bereits mit Staunen, daß oftmals in Salzlaken nur weibliche Tiere dieser Art gefunden werden. Aus den Salinen in der Nähe von Triest verschaffte sich sodann v. Siebold Salzkrebschen und ihre Eier, woraus er monatelang Brut ausschließlich weiblichen Geschlechtes zog. Er konnte daran auch Beobachtungen über die Lebensweise anstellen, die wir um so lieber mitteilen, als sie auch auf die übrigen Blattfüßer viel Licht werfen.

„Um die Herbeischaffung von Futter für meine Artemienkolonien glaubte ich mich nicht bekümmern zu dürfen, da ich bemerkt hatte, daß der Verdauungskanal der von mir erzogenen Artemien stets mit Schlammbestandteilen in ununterbrochenem Zusammenhang von der Mundhöhle bis zum After angefüllt war. Man sieht diese Salzkrebschen sehr häufig und andauernd mit dieser Schlammaufnahme beschäftigt, wobei sie dicht über dem Grunde des Wassers, mit dem Rücken ihres Leibes den lockeren Schlamm berührend, hin und her schwimmen und letzteren durch die raschen, regelmäßigen Bewegungen ihrer nie ruhenden Ruderfüßchen aufwühlen. Der aufgewühlte Schlamm gleitet alsdann dicht am Munde vorbei und wird auf der Mittellinie des Bauches entlang von vorn nach hinten fortgetrieben. Jedenfalls werden auf diese Weise die Artemien, wie die übrigen Phyllopoden, gewisse Bestandteile des aufgewühlten

Schlammes mit ihren Mundorganen nach Willkür festhalten und verschlucken. Sehr häufig bemerkte ich, daß diese Tierchen bei diesem Geschäft längere Zeit an einer und derselben Stelle des Grundes verweilten, und daß sie alsdann ihren ganzen Körper senkrecht in die Höhe richteten. Auch in dieser Stellung, gleichsam auf dem Kopfe stehend, setzten sie ununterbrochen die Bewegungen ihrer Ruderfüße fort, durch welche sie den aufgewühlten Schlamm ebenfalls an ihren Mundteilen vorbeitrieben und nach und nach eine förmliche Grube aushöhlten, in welche sie ihr Kopfende immer tiefer einbohrten. Verschiedene Individuen drehten sich bei dem Umherschwimmen auf dem schlammigen Grunde plötzlich um ihre Längsachse, so daß sie den Boden mit der Bauchfläche berührten. In dieser Lage verweilten die Artemien alsdann längere Zeit auf einer und derselben Stelle, oder sie krochen, Furchen durch den Schlamm ziehend, langsam weiter. Gewiß wurden bei diesem Benehmen, welches unter fortwährenden Ruderbewegungen stattfand, Futterstoffe von den Artemien aufgenommen und verschluckt.



Männchen vom Salzkrebschen, Artemisia salina *L.*, von der Seite, stark vergr. Aus Bronn, „Klassen und Ordnungen des Tierreichs", Bd. V.

„Außerdem schwammen diese lebhaften Salzkrebschen, wahrscheinlich wenn sie sich gesättigt fühlten, im freien Wasser ihrer Behälter nach allen Richtungen ziemlich rasch hin und her, überschlugen sich öfter, wie es schien, aus Übermut, stießen zuweilen, als wollten sie sich necken, aneinander und fuhren sodann blitzschnell wieder auseinander. Bei diesem rastlosen Durchschwimmen ihrer Wasserbehälter werden diese Tierchen wahrscheinlich keine Gelegenheit vorübergehen lassen, die im freien Wasser flottierenden Futterstoffe, welche ihnen vor das Maul kommen, festzuhalten und zu verschlucken; dieses fortwährende Verschlucken von Schlammteilen ist den Salzkrebschen jedenfalls Bedürfnis, zumal da ihre Verdauungsorgane gewiß nur einen sehr geringen Teil dieser als Futter aufgenommenen Stoffe werden assimilieren können. Schon die außerordentlichen Fäzesmengen, welche die Artemien fortwährend auf den Grund ihrer Wasserbehälter fallen lassen, deuten auf die ungeheure Gefräßigkeit dieser Tierchen hin. Mittels des hier mitgeteilten Verfahrens ist mir die Aufzucht der Artemien-Embryos, welche der aus Triest übersendete Schlamm in sehr reichlicher Anzahl geliefert hat, auf das vortrefflichste bis zur vollständigen Geschlechtsreife gelungen. Immer waren es nur einzelne Individuen, welche in den verschiedenen Behältern von meinem Beobachtungsmaterial mit Tode abgingen."

Im Jahre 1874 veröffentlichte ein russischer Forscher, Schmankewitsch, eine wichtige Arbeit über Artemisia salina aus den Salzquellen bei Odessa. Bei Zerreißung eines Dammes wurde eine große Menge Salzkrebschen in einen mit abgesetztem Salze erfüllten Teil des Kujalniker Limans geschwemmt. Während nun nach Wiederherstellung des Dammes das Salzwasser durch Verdunstung sich konzentrierte, verwandelte sich die Artemisia salina von Generation zu Generation in die aus konzentrierterem Wasser bekannte Artemisia milhauseni *Fischer* mit sehr kurzen, unbewehrten Schwanzanhängen. Schmankewitsch erzielte diese Umwandlung auch durch künstliche Zucht bei langsamer Verdichtung des Salzwassers in den Zuchtgefäßen, und es gelang ihm, durch die entgegengesetzte Behandlung, durch allmähliche Verdünnung des Salzwassers, die Artemisia milhauseni in Artemisia salina überzuführen. Bei der künstlichen Zucht der letzteren in allmählich verdünntem Salzwasser glaubte unser

Forscher eine mit den Kennzeichen von Branchipus schaefferi versehene Form zu bekommen, so daß eine Tierart in eine andere verwandelt worden wäre, was manche Bezweifler der Abstammungslehre immer von den Forschern fordern zu müssen meinten. In diesem Punkte ging nun allerdings, wie Samter und Heymons nachwiesen, Schmankewitsch' Behauptung schon zu weit: die Gattungen Artemisia *Leach* und Branchipus *Schäffer* bleiben voneinander verschieden. Tatsache aber ist, daß Artemisia salina mit Veränderung des Salzgehalts auch erhebliche Veränderungen der Gestalt erfährt. Zunehmendem Salzgehalt entsprechen die Formen arietina *Fischer*, milhauseni *Fischer* und köppeniana *Fischer*, mit denen die Artemisia dem Branchipus schrittweise unähnlicher wird, und umgekehrt findet in schwachsalzigem Wasser wirklich wenigstens eine Annäherung an die im Süßwasser lebenden Branchipus-Formen statt. Es liegen also hier Beziehungen vor, ähnlich wie beim Feuer- und Alpensalamander, wo man jede von beiden Arten durch Darbietung der Lebensbedingungen der anderen gleichfalls zwar nicht gerade in die andere umwandeln, aber doch ihr in bemerkenswerter Weise anähneln konnte. Man müßte mit Blindheit geschlagen sein, wenn man solche Beispiele nicht als vollgültige Beweise für die Veränderlichkeit der Arten, dieses Angelpunktes der Abstammungslehre, gelten lassen wollte.

Daß das Salzkrebschen überhaupt so verschiedene Salzgehalte verträgt, ist bei der Natur seiner Wohnorte, die oft starker Wasserverdunstung sowie der Verdünnung des Wassers ausgesetzt sind, sehr begreiflich. Und aus ähnlichen Gründen versteht sich, daß seine Eier sich sowohl bei 0° wie bei 30° C entwickeln können; im letzteren Falle brauchen sie nur 24 Stunden, aber schon bei mittlerer Temperatur mehrere Wochen.

Weitere, sehr merkwürdige Phyllopoden sind die Kiefenfüße (Triopsidae, Apodidae; die niederdeutsche „Kiefe" entspricht der hochdeutschen „Kieme"). Der Körper der zwei in Mitteleuropa lebenden Arten, Triops cancriformis *Bosc.* (Apus) und Lepidurus productus *Bosc.* (Apus), ist von obenher durch eine breite, schildförmige, bis 3 cm lange Schale bedeckt, auf der vorn die drei fast miteinander verschmelzenden Augen liegen. Triops hat nicht weniger als 60 Paare, Lepidurus 41 Paare von Schwimmfüßen, wovon jedoch beim Weibchen das elfte in zwei Bruttaschen zur Aufnahme der Eier umgeformt ist. Der auffälligste Unterschied der beiden Gattungen besteht aber darin, daß bei Lepidurus das Hinterleibsegment in einer zungenförmigen, gekielten Platte zwischen den zwei Schwanzfäden endigt, die bei Triops fehlt. Sie leben, oft mit Branchipus zusammen, in kleineren Süßwassertümpeln, bei deren Eintrocknen die Tiere alle absterben, während der Fortbestand durch die im festgewordenen Schlamme sich erhaltenden Eier gesichert ist. Man kannte von ihnen bis zum Jahre 1856 die Männchen nicht. Deren Entdecker hatte seine besondere Freude, daß dies Ereignis gerade mit der hundertjährigen Jahresfeier der ersten über den „krebsartigen Kiefenfuß" erschienenen Monographie zusammentraf. Im Jahre 1756 hat nämlich der seiner Zeit berühmte Naturforscher, der evangelische Prediger Schäffer in Regensburg, „anfangs in der lateinischen und itzo in der deutschen Mundart" die erste sorgfältige Abhandlung über den Kiefenfuß gegeben. Trotz vierjähriger genauer Studien des Tieres war es ihm nicht gelungen, Männchen zu entdecken. Eine interessante Anekdote erzählt Schleiden vom Triops cancriformis, es ist aber nicht bekannt, wo er sie her hat. Als Goethe einmal in der Umgegend von Jena spazieren ging, brachte man ihm einen lebenden, eben gefangenen Kiefenfuß, der seine Aufmerksamkeit außerordentlich fesselte. Er wollte mehr davon haben und bot für den nächsten einen Speziestaler, für den dritten einen Gulden und so weiter bis auf

6 Pfennig herab. Aber obwohl viele Leute auf die Suche gingen, wollte es doch nicht gelingen, einen zweiten zu erhaschen.

„Ackerfurchen, Chausseegräben, Vertiefungen von Land- und Dorfstraßen, auf Äckern, Weiden, Brachen, Wiesen, wie in Gärten, in der Ebene und auch im Gebirge", sagt M. Braun treffend, „können, sofern sie nur eben zeitweise Wasser führen, Wohnstätten für viele Branchiopoden, auch für Triops und Lepidurus werden. Sie treten nicht selten plötzlich an Orten auf, wo man sie überhaupt noch nicht oder seit langer Zeit nicht gesehen hat; kein Wunder, daß sie dann vom Volke als vom Himmel gefallen angesehen werden, wie dies im August 1821, nach Fr. Brauer, in Wien geschehen ist, wo in den Vorstädten die nach heftigem Regen auf den Straßen stehengebliebenen Lachen große Mengen von Triops cancriformis aufwiesen, die fast über Nacht zur Entwickelung gekommen waren, an Stellen, die kurz vorher staubtrocken gewesen. Doch kennt man auch Orte genug, wo sich diese Arten so ziemlich jedes Jahr oder wenigstens in einer Reihe von Jahren zur bestimmten Zeit einstellen. Diese ist für unsere Arten verschieden: Lepidurus productus ist eine Frühjahrs- oder Kaltwasserform, Triops cancriformis eine Sommerform; erstere tritt in Lachen auf, die nach der Schneeschmelze oder nach Frühjahrsüberschwemmungen entstanden. Es liegt in den Verhältnissen, daß die Lebensdauer dieser Arten in der Regel keine lange ist, sondern sich auf einige Wochen bis Monate beschränkt, da das meist eintretende Austrocknen der Lachen und Pfützen den Tod dieser Apodiden bedingt." Die Eier dagegen vertragen eine Zeit des hochgradigen, wenn auch nicht völligen Eintrocknens oder des Erfrierens, bedürfen jedoch deren nicht als unerläßliche Vorbedingung für ihre spätere Entwickelung, die nach dem ersten oder einem wiederholten Regengusse eintreten kann.



Triops cancriformis *Bosc.*, von der Bauchseite. Natürliche Größe. Aus Leunis-Ludwig, „Synopsis der Zoologie".

In Gefangenschaft gehalten, erfreuen die Kiefenfüße nicht wenig durch ihre munteren Bewegungen und die wunderbare Beweglichkeit der zahlreichen Beine und setzen durch ihre Gefräßigkeit und rasches Wachstum in Erstaunen. Sie sind Kannibalen: größere Stücke fressen kleinere auf; mit Vorliebe wird auch Branchipus als Futter angenommen.

Auch die Triopsiden pflanzen sich, so heißt es gewöhnlich, in der Regel durch jungfräuliche Zeugung fort. Männchen findet man nur ganz selten. Tatsache ist aber, wie Bernard und v. Zograf nachwiesen, daß sowohl die Männchen als auch die Weibchen in Wahrheit Zwitter sind, Eier und Samen in ihrer Keimdrüse bilden, nur daß die Eier beim Männchen nicht zur Reife gelangen, wohl aber die Spermien neben den Eiern beim Weibchen. Demnach ist bei den Triopsiden durchaus mit der Möglichkeit der Selbstbefruchtung zu rechnen, wo scheinbare Parthenogenesis vorliegt.

Eine andere Familie, bei der der Körper von einer zweiklappigen, beiderseits am Rücken befestigten, also muschelähnlichen Schale umschlossen ist, sind die Limnadiidae (Estheriidae), die sich in den Schalen von Estheria *Rüpp.* und einigen ausgestorbenen Verwandten bis ins Devon hinab sicher nachweisen lassen. Die Schalen gleichen durch den Besitz eines

Wirbels und konzentrischer Zuwachsringe oft in hohem Grade denen von kleinen Erbsenmuscheln, so bei dem seltenen, bis 12 mm langen, gelegentlich in Posen und Schlesien gefundenen Cyzicus tetracerus *Krynicki* (Estheria cycladoides). Der Wirbel fehlt bei der etwas weniger seltenen Limnadia lenticularis *L.* (hermanni). Die 5 mm lange Limnetis brachyura *O. F. Müll.* hat eine ungestreifte Schale, die den großen, mit einem sehr langen Schnabel (Rostrum) versehenen Kopf freiläßt. Allen Vertretern der Familie ist die Umbildung der zweiten Antennen zu sehr wirksamen Ruderarmen und die Ausbildung der Augen gemeinsam. Die letzteren sind nämlich so nahe zusammengerückt, daß sie scheinbar ein einziges, unpaares Stirnauge bilden. Über dem Auge sitzt außerdem bei Limnetis ein becherförmiges „Haftorgan".

Zweite Unterordnung: **Wasserflöhe (Cladocera).**

Von Formen, wie etwa den Limnadiiden, mag man die Wasserflöhe (Cladocera) ableiten, eine zweite artenreiche, hauptsächlich wieder dem Süßwasser angehörige Unterordnung der Phyllopoden. Bei den Kladozeren kehren die großen geäst- oder geweihförmigen Ruderantennen wieder, ebenso meist die muschelähnlich zweiklappige Schale, die jedoch hier den Kopf nie mit umschließt. Der Körper ist wenig und undeutlich gegliedert und hat nur vier bis sechs Paar Füße. Wie die Limnadiiden, so erscheinen auch die Kladozeren einäugig, weil die Seitenaugen zu einem verschmolzen sind. Meist ist auch noch das unpaare Nauplius- oder Nebenauge vorhanden, bei einigen Arten übertrifft es das paarige sogar an Größe. Die Wasserflöhe sind sämtlich sehr durchsichtige Geschöpfe, so daß man die innere Organisation bis in die feinsten Einzelheiten überblicken kann. Vor allem die Bewohner größerer Wasseransammlungen sind vollkommen farblos und glasartig, die der Tümpel und Teiche hingegen meist gelblich bis rötlichgelb gefärbt. Vielfach finden sich allerdings auch lebhafte rote, blaue oder grüne Farbflecke an den Beinen und am Körper, die als Schmuckfarben beschrieben wurden, jedoch nur ein Zeichen guter Ernährung und an gewisse Fettstoffe gebunden sind. Die Wasserflöhe schwimmen hurtig und meist stoßweise in Sprüngen und nähren sich bis auf die räuberischen Polyphemiden und Leptodoriden nur von Pflanzenkost.

Von besonderem Interesse sind die Fortpflanzungsverhältnisse der Wasserflöhe, da meist ein regelmäßiger Wechsel zwischen Jungfernzeugung und zweigeschlechtlicher Fortpflanzung stattfindet. Die Weibchen bringen, wie seit langem bekannt ist, zweierlei Eier hervor: Sommer- oder Subitaneier und Winter-, Dauer- oder Latenzeier. Verfolgen wir den Entwickelungsgang eines Daphnidenvolkes in einem Teiche etwas genauer. Im Frühjahr, etwa Ende April, tauchen zumeist die ersten Tiere auf. Sie sind entstanden aus Dauereiern, die auf dem Boden der Gewässer oder im Uferschlamm den Winter über gelegen haben. Alle diese Tiere sind weiblichen Geschlechtes, wachsen schnell heran und beginnen schon acht Tage, nachdem sie das Licht der Welt erblickten, sich lebhaft zu vermehren. Da Männchen nicht vorhanden sind, so müssen die Jungen aus unbefruchteten Eiern, den Sommereiern, entstehen. Ein Eisatz nach dem andern wird in den Eierstöcken gebildet und tritt in einen besonderen Teil der Schalenduplikatur, den Brutraum, über. Da entwickeln sich aus ihnen in zwei bis drei Tagen die Jungen, die den Alten völlig gleichen, nach ungefähr einer Woche geschlechtsreif werden und dann ebenfalls zur raschen Vermehrung ihres Volkes beitragen. Viele Generationen können so aufeinanderfolgen. Man wird deshalb leicht einsehen, daß die Zahl der Tiere in dem Teiche rasch zunimmt, zumal 50 und mehr Sommereier auf einmal in den Brutraum entleert werden können.

Gegen den Herbst zu bemerkt man ein allmähliches Abnehmen der Eierzahl und der

Individuenmenge, und eines Tages erscheinen unter den Jungen auch Männchen, ebenfalls parthenogenetisch hervorgebracht. Sie sind sofort daran zu erkennen, daß ihre ersten Antennen bedeutend größer, beweglicher und mit Sinnesborsten ausgestattet sind. Es findet danach die Begattung statt, während der die Männchen sich mit dem ersten zum Greifen eingerichteten Beinpaar am Weibchen festklammern.

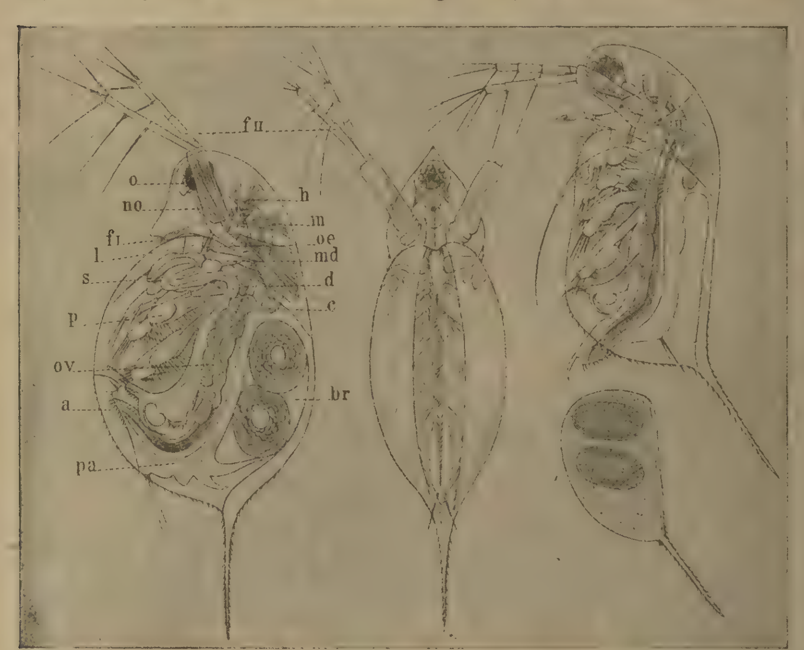
Die nunmehr befruchteten Eier, die „Dauereier", sind nicht sofort entwickelungsfähig, sondern bedürfen einer längeren Ruhezeit und sind zu diesem Zwecke mit besonders starken Hüllen umgeben. Bei ihrer Ablage löst sich vielfach die ganze Schale mit los, oder es platzt ein verdickter und dunkler gefärbter Teil von ihr ab und umgibt als Schutzhülle ein oder zwei Eier oder ein ganzes Paketchen von ihnen. Die Schalenverdickung wurde von Jurine, ihrem Entdecker, für eine krankhafte Bildung gehalten und Ephippium, zu deutsch Sattel, genannt. Sie ist vielfach mit Schwimm- und Haftvorrichtungen versehen, die die Verbreitung begünstigen.

Mit der Bildung der befruchteten Eier ist der Fortpflanzungskreislauf abgeschlossen. Die Tiere sterben ab, und aus den Dauereiern entsteht erst im nächsten Frühjahre das Volk von neuem. So verhalten sich die meisten Bewohner großer Teiche und Seen, sie sind, wie man sagt, monozyklisch. Anders die Völker kleinerer Gewässer, da wird der Zyklus zwei oder mehrmals wiederholt: die Arten sind polyzyklisch. Die Wintereier tragen dann diesen Namen zu Unrecht, da sie auch in regelmäßigen Zwischenräumen im Sommer abgelegt werden. Azyklisch, ohne jede Dauereibildung und in ständiger parthenogenetischer Fortpflanzung, leben einige Bewohner großer Seen.

Die Frage, welche Ursachen das Erscheinen der Männchen und die Bildung der Dauereier bedingen, hat wiederholt Bearbeiter gefunden. Nach den Untersuchungen von Woltereck, v. Scharfenberg und Papanicolau nimmt die Neigung zur Erzeugung von befruchtungsbedürftigen Weibchen und von Männchen von Generation zu Generation und von Wurf zu Wurf zu. In Kulturen äußert sich das darin, daß wohl Weibchen der ersten Generationen sich leicht parthenogenetisch weiter züchten lassen, während in späteren selbst günstigste Bedingungen, wie gute Ernährung und erhöhte Temperatur, den Eintritt der Geschlechtlichkeit kaum verhindern können.

Die Abbildung auf S. 646 veranschaulicht uns den Unterschied der Geschlechter und führt uns gleichzeitig in den Bau der bekanntesten Familie der Wasserflöhe, der Daphniden (Daphnidae) ein. Am Kopf fällt uns zunächst das große paarige Auge (o) auf, dicht darunter liegt das Naupliusauge (no). Die Sinnesborsten der ersten Antennen (fI) werden von einer schnabelartigen Verlängerung des Kopfes überdacht; weit größer und kräftiger sind dagegen die zweiten, die Ruderfühler (fII). Der ganze übrige Körper ist von den Schalenklappen umschlossen, die nach hinten in einen Stachel auslaufen. Am lebenden Tier kann man jedoch leicht die einzelnen Organe durch die Schale hindurch erkennen. Noch zum Kopf gehören die keulenförmigen Mandibeln (md) und die sehr kleinen Maxillen, darauf folgen die fünf Paar Blattfüße (p). Diese sind sehr ungleich gebaut, je mit einem Kiemenblättchen und einem dichten Borstenbesatz versehen. Vor den Mandibeln, überdeckt von einer großen Oberlippe (l), liegt die Mundöffnung. Sie führt aufsteigend in den dünnen Anfangsdarm (oe); daran schließt sich der Mitteldarm (d), der nach hinten umbiegt und noch im Kopf zwei kleine sichelförmige Blindsäckchen, die sogenannten Leberhörnchen (h), trägt. Die Afteröffnung (a) befindet sich auf der Rückenseite des Hinterleibes dicht vor den Endkrallen. Zu beiden Seiten des Darmes erkennt man die Ovarien (ov) und zwischen dem Hinterleib (pa) und den Schalenklappen einen Raum, der nach hinten durch mehrere Zipfel abgeschlossen wird und mehrere Eier beherbergt. Es ist der Brutraum (b). Vor ihm liegt das tonnenförmige Herz (c), teilweise bedeckt von den starken Muskeln (m), die die Ruderfühler bewegen.

Die Daphniden sind eine außerordentlich vielgestaltige Familie. Keilhack, der treffliche, 1914 in Kamerun gefallene Kenner der Phyllopoden, zählt für Deutschland 20 Arten auf, darunter vier aus der Gattung Daphne *O. F. M.* Die größte ist die im weiblichen Geschlecht bis 6 mm lange Daphne magna *Straus* (Daphnia); etwas kleiner ist D. pulex *De Geer*. Beide leben vorzüglich in kleinen und kleinsten Wasseransammlungen, in größeren dagegen nur in den flachen Uferbuchten, sind gelblich bis gelblichrot gefärbt und als lebendes Fischfutter von den Zierfischzüchtern begehrt. Sie erzeugen mehrmals im Jahre Männchen und Dauereier, sind also polyzyklisch. Der Rückenrand des Hinterleibes zeigt bei D. magna eine tiefe Einbuchtung und beide Arten tragen auf der Endkralle zwei kleine Borstenkämme, die Daphne longispina *O. F. Müll.* fehlen. Diese lebt hauptsächlich in den größeren Gewässern, vom Teich angefangen bis zu den größten Seen, und ist demgemäß fast immer farblos, durchsichtig und mono- oder dizyklisch. Die Art ist besonders durch die große Verschiedenheit der Kopfform bemerkenswert. Beinahe jeder Teich und See enthält seine ihm eigentümliche Varietät, und sogar in ein und demselben Gewässer wechselt das Aussehen der Tiere je nach der Jahreszeit: im Frühjahr rundköpfig, wie in der Abbildung, wächst die Kopfhöhe nach dem Sommer mehr und mehr an, so daß zuweilen ein regelrechter Helm den Höhepunkt der Variation darstellen kann. Diese jahreszeitlichen Abänderungen, die übrigens auch andere Teile des Körpers betreffen, sind nach Wesenberg-Lund, Wolfgang Ostwald und Woltereck hauptsächlich von der Temperatur und der Ernährung abhängig.



Daphne longispina *O. F. Müll.* Links Weibchen mit Sommereiern, von der Seite, in der Mitte Weibchen von vorn, rechts oben Männchen, unten Ephippium. o Auge, no Nebenauge, fI 1. Antenne, fII 2. Antenne, m Antennenmuskel, md Mandibel, p dritter Blattfuß, l Oberlippe, oe Anfangsdarm, h Leberhörnchen, d Mitteldarm, a After, s Schalendrüse, c Herz, ov Eierstock, pa Hinterleib, br Brutraum, darin 2 Sommereier. Nach G. O. Sars gezeichnet von Dr. E. Wagler.

Bei Scapholeberis mucronata *O. F. Müll.*, einer anderen Daphnide, sind die Bauchränder der Schalenklappen gerade und nach hinten je in einen Stachel ausgezogen. Das ist eine Anpassung an die Lebensweise. Das Tier ist wenig schwimmkräftig, vermag aber, mit dem Rücken nach unten, unter dem Wasserspiegel hinzulaufen und kann daher auch im freien Wasser der Seen angetroffen werden. Ebenfalls mit dem Rücken abwärts, dabei ziemlich schnell und nicht hüpfend schwimmt Simocephalus vetulus *O. F. Müll.* (Daphnia sima), kann sich jedoch auch mit Hilfe der Ruderantenne an Pflanzen anheften. Das Rostrum, der Schnabel des

Kopfes, fehlt bei Ceriodaphnia *Dana* und Moina *Baird*, zwei Gattungen mit mehreren, bei uns meist häufigen Arten.

Einige weitere Familien der Kladozeren seien nur kurz erwähnt. Gedrungen, oft ebenso hoch als lang, mit rüsselförmig langen, unbeweglichen Vorderantennen ausgerüstet, zudem ohne die zwei Leberhörnchen, ist die Familie der Rüsselkrebschen oder Bosminidae, deren Gattung Bosmina *Baird* zwei formenreiche Arten umfaßt. Beweglich sind die Vorderantennen bei den Macrothricidae. Ungemein reich an Gattungen und Arten sind die gleichfalls gedrungenen Chydoridae, bei denen der Darm eine Schlinge bildet. Während die erste Familie durchweg das freie Wasser bevorzugt, sind die beiden letzten fast ohne Ausnahme Boden- und Schlammbewohner. Ein Teil der Makrothriziden sind außerdem ausgeprägte Moorformen. Viele Arten von ihnen sind selten, andere häufiger, und zu der allein sechs deutsche Arten umfassenden Gattung Chydorus *Leach* gehört in Ch. sphaericus *O. F. Müll.* das häufigste und verbreitetste Kladozer. Sehr veränderlich ist seine Farbe und sein Umriß, der bald oval, bald mehr kreisförmig erscheint.

Sechs blattähnliche Fußpaare und das Fehlen einer Darmschlinge kennzeichnen die Sididae, wozu die in größeren Seen äußerst durchsichtige, in kleineren mehr gelbliche Sida crystallina *O. F. Müll.* gehört. Sie schwimmt in langen Stößen schnell und gewandt und hat offenbar in ihrer kristallenen Durchsichtigkeit eine Anpassung an weite Wasserräume gewonnen. Das Männchen hat bei ihr und bei einer zweiten Art der Familie, dem etwas kleineren, gleichfalls sehr zarten Diaphanosoma brachyurum *Liévin*, sehr lange Vorderfühler. Die Zaddachsche Gattung und Art Holopedium gibberum *Zaddach* ist sofort zu erkennen, da das ganze Tierchen von einer gelatinierten Hülle ganz umwallt ist. Das dürfte ebenfalls eine Anpassung an das Schweben sein. Die Art wurde in Ostpreußen entdeckt, danach aber als gar nicht seltener Bewohner größerer, zum Teil sehr flacher Teiche und Seen erkannt.

Über die Bedeutung der Wasserflöhe im Haushalte der Natur schreibt der verstorbene Würzburger Zoologe Leydig, „daß die Kladozeren und Zyklopiden (unter den Kopepoden) die fast ausschließliche Nahrung der geschätztesten Fische dieser (Alpen-)Seen ausmachen. Die Saiblinge und die Renken (Blaufelchen am Bodensee) leben von solchen kleinen Krebsen. Ich öffnete eine große Anzahl von genannten Fischen mit Rücksicht auf diesen Punkt, und immer bestand der Inhalt des Magens ohne andere Beimischung aus dergleichen mikroskopischen Krustentieren. Letztere müssen somit, was die Zahl der Individuen betrifft, als die Hauptbevölkerung der bezeichneten Gewässer angesehen werden. Bedenkt man, welche Bedeutung z. B. der Blaufelchen (Coregonus wartmanni), von dem jährlich über 100000 im Bodensee gefangen werden, für die Anwohner dieses Sees hat, so wird man zugestehen müssen, daß die kaum gewürdigten kleinen Muschelkrebse, insofern sie die Masse von Fischen ernähren, dem Menschen, wenngleich indirekt, von großem Nutzen sind."

Die beiden letzten Familien der Kladozeren, die Polyphemidae und die Leptodoridae, sind in mancher Hinsicht die eigentümlichsten. Beide führen eine räuberische Lebensweise. Ihre Gliedmaßen sind demgemäß zu Greiffüßen umgestaltet und entbehren des Kiemenanhanges; vier bzw. sechs Paar sind vorhanden. Die Schale ist sehr stark zurückgebildet und dient lediglich als Brutraum. Viel besser entwickelt als bei den übrigen Kladozeren ist das Auge. Aus zahlreichen Facetten zusammengesetzt, nimmt es bei den Polyphemiden fast den ganzen Kopf ein. Polyphemus pediculus *L.*, eine Art, die in hochgelegenen moorigen Gewässern am kräftigsten gedeiht, jedoch auch in Seen und Teichen des Flachlandes in Ufernähe

oft in Massen vorkommt, ist auch ohne Vergrößerungsglas an dem großen schwarzen Auge und der hurtigen, zappelnden Bewegung unter den übrigen Planktontieren leicht erkenntlich. Die Weibchen sind, zumal während der Dauereierzeugung, lebhaft blau und rot gefärbt. Polyphemus ist gewöhnlich dizyklisch. Noch merkwürdiger sieht der ihm nahestehende, seltenere Bythotrephes longimanus *Leydig* der großen, tiefen Seen aus, da er einen etwa 3 mm langen Endstachel hat. Die Familie der Polyphemiden stellt unter den Wasserflöhen, wenn wir von einigen Brackwasserformen absehen, die einzigen Bewohner des hohen Meeres. So lebt im Atlantischen Ozean, der Nordsee und dem Mittelmeer Evadne nordmanni *Lov.*, ein anderer Vertreter, Podon intermedius *Lillj.*, in der Nordsee. Ganz abenteuerliche Verwandte sind aus dem Kaspisee und dem Schwarzen Meer beschrieben worden.



Weibchen von Leptodora kindtii *Focke*, vom Rücken gesehen. Vergr. 7:1. Nach A. Weismann.

Noch mehr verkleinert erscheint die Schale im Verhältnis zum Körper bei Leptodora kindtii *Focke* (hyalina), der Vertreterin der Leptodoridae und eins der schönsten Kladozeren. Oberflächlich schon seit langer Zeit bekannt, wurde sie durch Weismann gewissermaßen zum zweiten Male entdeckt und, früher für selten gehalten, später in fast allen unseren größeren und selbst vielen kleineren Seen als häufiger Bewohner erkannt, der sich nur durch äußerste Durchsichtigkeit trotz seiner Größe völlig unsichtbar macht. Auch in Amerika, Zentralasien und Japan ist sie nachgewiesen worden.

Das bis 10 mm lange Tierchen ist schlank und gestreckt, deutlich in Kopf, Brust und Leib gegliedert; die seitlich gestreckten äußeren Fühlhörner kennzeichnen sich durch ihre Muskulatur und den Besatz mit Fiederborsten als Ruder; die nach vorn gestreckten Beine bilden einen Fangapparat. Über die Lebensweise hören wir Weismann:

„Obgleich erst von wenigen Forschern gesehen, scheint Leptodora hyalina doch ein sehr weites Verbreitungsgebiet zu besitzen und da, wo sie vorkommt, auch in Menge zu leben. Zwar kann sie, als vom Raube lebend, niemals in solchen Massen auftreten wie die Tiere, von welchen sie sich ernährt, hauptsächlich also Zyklopiden, doch führt sie schon P. E. Müller als häufig an. Ich fischte meistens dicht unter der Oberfläche mit dem feinen Netze und halte die Ansicht von Müller, nach welcher sie überhaupt niemals in große Tiefen hinabsteigen soll, für richtig, und zwar deshalb, weil ihre geringe Ruderkraft eine so weite Reise als schwer ausführbar erscheinen läßt und jedenfalls nicht täglich zurückgelegt werden könnte. Dies müßte aber der Fall sein, wenn die Tiere, sobald sie von der Oberfläche verschwinden, in große Tiefen hinabstiegen; denn ich fand, daß sie während des Tages nur ausnahmsweise an der

Oberfläche bleiben, nachts hingegen immer dort anzutreffen sind. Stärkeres Licht meiden sie offenbar, und bei hellem Sonnenschein kann man sicher sein, kein einziges Individuum an der Oberfläche zu finden. Auch bei Vollmond hatte ich regelmäßig nur eine schlechte Beute, die beste bei trübem Wetter oder in dunkeln Nächten.

„Übrigens könnte diese Lichtscheu auch nur scheinbar sein, insofern die Zyklopiden, von denen die Leptodora lebt, ganz dieselben Eigentümlichkeiten im Auf- und Niedersteigen zeigen, und es also denkbar wäre, daß diese empfindlich gegen Licht wären und die Leptodora ihnen nur nachzöge. Daß Zyklopiden sehr stark durch Licht beeinflußt werden, läßt sich im Aquarium leicht feststellen, indem sich die Tierchen stets da sammeln, wo das Licht einfällt oder an sich einen starken Lichtreflex bildet. Direktes Sonnenlicht und zu scharfes diffuses Licht scheinen sie zu meiden.

„P. E. Müller hat bereits die Kladozeren nach ihrem Aufenthalt in zwei Gruppen geteilt: pelagische und Uferformen; Leptodora gehört zu der ersten Gruppe, sie ist ihrem ganzen Körperbau nach auf das Schwimmen in reinem, von Pflanzen freiem Wasser angewiesen, und demgemäß findet sie sich nicht in der Nähe des Ufers, sondern, wenigstens im Bodensee, erst dort, wo der See tiefer wird. Sie rudert nur mit den Antennen, und zwar ruckweise, wie alle Daphniden, auch bringt sie sich nur langsam vom Flecke, und ihre große Durchsichtigkeit und deshalb fast vollständige Unsichtbarkeit mag für sie wohl Existenzbedingung sein, da sie zur Jagd auf Beute viel zu schwerfällig ist. Sie lauert auf ihre Beute und hat in dieser Hinsicht viel Ähnlichkeit mit der durch ihre Durchsichtigkeit berühmten Larve von Corethra plumicornis (einer Mücke), welche jedoch im Punkte der Unsichtbarkeit von ihr noch bei weitem übertroffen wird.

„Gerade wie die Corethra-Larve, so liegt auch die Leptodora horizontal ausgestreckt ruhig im Wasser und harrt, bis ihr die Beute zwischen die aufgesperrten Fangbeine gerät. Während bei Corethra besondere hydrostatische Apparate, die großen Tracheenblasen, dem Körper die horizontale Lage sichern, ist bei Leptodora der Magendarm so weit nach hinten gerückt, daß er dem schweren Thorax und Kopf das Gleichgewicht hält.

„Wie sehr das Tier nur auf das Schwimmen angewiesen ist, sieht man am besten an gefangenen Individuen. Sobald Algen oder Schmutzteile im Wasser sind, hängen sie sich an die Ruderarme der Leptodoren, die dann oft eine ganze Schleppe nach sich ziehen und dadurch am Schwimmen sehr gehindert werden. Trotzdem aber versuchen sie nie, sich der Füße zum Laufen oder Klettern zu bedienen, und nur im äußersten Notfall, wenn sie irgendwo festhängen, suchen sie sich mit dem Abdomen vorwärts zu helfen, indem sie die Spitze desselben bis unter den Kopf schieben, dort festhaken und dann gerade strecken.“

Zu dieser Schilderung haben wir höchstens zu bemerken, daß nach der Ansicht von Langhans und von Franz nicht nur die Lichtscheu der Leptodora, sondern überhaupt das nächtliche Emporwandern vieler Planktontiere und ihr Hinabsteigen bei Tage, soweit es nicht unmittelbar beobachtet ist, ein lediglich scheinbares sein kann. Daß man solche Tiere bei Tage weniger fängt als bei Nacht, kann auf ihrem Sehvermögen beruhen, mit dem sie bei Tage das Fanggerät wahrnehmen und ihm daher in größerer Zahl ausweichen als bei Nacht.

Zweite Ordnung:

Muschelkrebse (Ostracoda).

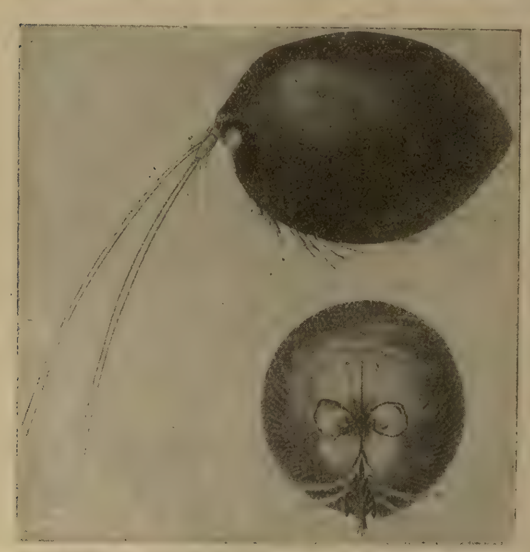
Bei den Muschelkrebschen (Ostracoda) ist wiederum die zweiklappige Schale vorhanden. Vielfach verhältnismäßig derb, öfter sogar kalkhaltig, farbig, auch bedornt, elegant gerippt oder gegittert, hat sie infolge ihrer überraschenden Ähnlichkeit mit Muschelschalen zu

dem Namen Muschelkrebschen Anlaß gegeben. Eine weitere Übereinstimmung mit diesen Tieren besteht natürlich nicht, höchstens daß, wie bei ihnen, die Schale durch kräftige, quer verlaufende Muskeln geschlossen werden kann, während das Öffnen durch ein elastisches Band besorgt wird. Sieht man die Tiere in Bewegung, so wird auch dem Laien der Unterschied sofort klar, dann treten nämlich zwischen den Schalenklappen die Gliedmaßen hervor; im ganzen sind es sieben Paar. Da eine Gliederung am Körper, der gänzlich von der Schale umschlossen wird, nicht nachweisbar ist, so kann man nur nach der Zahl der Beinpaare auf die der Segmente schließen. Die beiden Fühlerpaare sind zwar mit Sinnesborsten reich ausgestattet, dienen daneben aber vornehmlich der Bewegung. Besonders das zweite kann mit kräftigen Haken ausgerüstet und als Schreitfuß entwickelt sein oder auch Schwimmborsten tragen und zum Rudern gebraucht werden. Die Bearbeitung der Nahrung wird hauptsächlich von den Mandibeln und den ersten Maxillen vorgenommen, mitunter werden sie unterstützt von ein oder zwei Kieferfüßen, umgewandelten Gliedmaßen der Brust, die sonst bei der Fortbewegung beteiligt sind. Dem siebenten Bein fällt meist die besondere Aufgabe zu, die Innenseiten der Schalen vom Schmutz zu säubern; es wird darum auch Putzfuß genannt. Der Hinterleib ist rechtwinklig nach vorn umgebogen und läuft in zwei Hakenklauen oder Borsten aus.



Candona candida *O. F. Müll.*: oben Schale des Weibchens von der Seite, unten die Schalen von oben. Stark vergrößert. Nach W. Vávra.

Wie der äußere Aufbau, so ist auch der innere je nach der Familie recht verschiedenartig. Es wechselt die Form des Darmes und seine Ausstattung mit Leberschläuchen und vor allem auch die Beschaffenheit des Geschlechtsapparates. Fast immer ist ein dreiteiliges, in der Mittellinie gelegenes Stirn- oder Naupliusauge vorhanden, zu dem bei den meerbewohnenden Zypridiniden noch zwei seitliche, bewegliche Augen von komplizierterem Bau kommen können. Kiemenblättchen sind an den Beinen nie vorhanden; den Gasaustausch hat in der Hauptsache die innere Schalenoberfläche übernommen.



Zwei Muschelkrebse der Tiefsee: oben Cypridina castanea *Brady* (Männchen), unten Gigantocypris agassizii *Müll.* (Weibchen). Nach G. W. Müller (Valdiviawerk, Band VIII, Jena 1908).

Die Muschelkrebse sind stets getrennt geschlechtlich, obgleich noch nicht von allen Arten die Männchen bekannt sind. Die Geschlechter unterscheiden sich manchmal schon äußerlich nicht unbedeutend durch die Schalenform. Allgemein sind die Männchen an besonderen Klammerhaken an der zweiten Antenne oder der zweiten Maxille und an den umfangreichen Begattungswerkzeugen zu erkennen. Sehr merkwürdig sind die Samenfäden durch ihre enorme Größe: vollkommen ausgestreckt, sind sie zuweilen länger als das ganze Tier. Wie die Blattfüßer, so pflanzen sich auch die Muschelkrebse sowohl durch befruchtete als unbefruchtete Eier fort, ja von einigen Arten sind sogar nur die parthenogenetischen Weibchen

bekannt. Das junge Tier verläßt das Ei bei den Zypridiniden und Zytheriden als Nauplius, bei den übrigen ist die Entwickelung abgekürzt.

Die Muschelkrebse leben sowohl im Süßwasser als im Meere; die meisten sind Grund- oder Uferformen, die im Schlamme wühlen oder auf den Pflanzen geschickt umherklettern und sich nur kurze Strecken freischwimmend fortbewegen. Da dies in gleichmäßigem Tempo geschieht, so sind sie sofort von den Ruderfüßern und Wasserflöhen zu unterscheiden. Im Meere finden sich auch einige rein pelagische Formen. 600 meist 1—2 mm große Arten mögen bisher bekannt sein, allein gegen 70 sind in Deutschland heimisch. Zu den häufigsten zählen die weiße, schlammbewohnende Candona candida *O. F. Müll.* mit nierenförmiger und Notodromas monacha *O. F. Müll.* mit gerundet-fünfeckiger Schale. Die Bewohner der Tiefsee sind zum Teil durch riesige Seitenaugen ausgezeichnet, wie die in Abb. S. 650 dargestellte Cypridina castanea *Brady*, andere sind ganz blind oder besitzen Leuchtdrüsen; so wahrscheinlich auch der von der deutschen Tiefsee-Expedition mitgebrachte Riesenmuschelkrebs der Tiefsee, die kirschgroße, hellrote Gigantocypris agassizii *Müll.*, die in ihrer Größe an silurische Ostrakoden erinnert und auch in Kompliziertheiten des Blutgefäßes und im Besitz von Blutkörperchen altertümliche Eigenschaften bewahrt hat, die sonst den Muschelkrebsen infolge Abnahme der Größe verlorengegangen sind.

Dritte Ordnung:

Ruderfüßer (Copepoda).

Die vielgestaltige und sehr artenreiche Sippschaft von mehr als 1000 Arten mikroskopischer oder doch kleiner, nur selten einige Zentimeter lang werdender Spaltfußkrebse, Spaltfüßer oder Ruderfüßer (Copepoda) enthält teils frei lebende und dann wohlgegliederte, mit Mundwerkzeugen versehene Gattungen, teils solche, die bei parasitischer Lebensweise alle äußere Gliederung verlieren, und deren Mundteile in einen Saugrüssel umgestaltet werden. So weit gehen die Veränderungen in den späteren Lebensabschnitten dieser zahlreichen Schmarotzerkrebse, daß sie anfänglich, als man sich gegen Ende des 18. und in den ersten Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts mit ihnen bekanntmachte, überhaupt gar nicht für Gliedertiere gehalten wurden, bis die Übereinstimmung ihrer Jugendformen mit denen anderer Entomostraken die Zoologen eines besseren belehrte. Ihre Zusammengehörigkeit mit den frei lebenden Formen von Cyclops *O. F. Müll.* und anderen Gattungen wird durch eine ununterbrochene Reihe von vermittelnden Arten bewiesen. Die bekanntesten Kopepoden, also die Mehrzahl der frei lebenden, haben eine eigentümliche Keulenform, da an dem eiförmigen Kopf- und Bruststück wie ein kurzer Stiel der schlankere Hinterleib sitzt.

Spaltfüßer heißen unsere Tiere, weil sie in gleichsam schematischer Einfachheit die zweiästigen, gespaltenen Beine (Abb., S. 625) nebst Mundgliedmaßen zeigen. Wegen ihrer rhythmischen Bewegungen heißen die Beine der Brustsegmente Ruderfüße. Mächtiger als die zweiten Antennen sind die ersten entwickelt, die, mit Spürborsten besetzt, oft fast wie ein gewaltiger Schnurrbart aussehen, nur daß dieser Schnurrbart ruckweise bewegt wird und damit gleichfalls der Fortbewegung dient. Der Körper endigt mit zwei gabelig auseinanderstehenden Platten, an deren Spitze mehrere lange Schwanzborsten aufsitzen. Atmungsorgane fehlen, die dünnhäutigen, nie zu Schildern und Panzern sich erweiternden Körperbedeckungen gestatten überall den Gasaustausch.

Die Kopepoden sind getrennten Geschlechtes. Die Weibchen sind meist leicht an den großen, oft blauen, grünen oder braunen Eiersäcken zu erkennen, von denen entweder zwei an den Seiten oder nur eins auf der Bauchfläche des Hinterleibes getragen werden. Bei den kleineren Männchen sind oft die vorderen Antennen — auf beiden oder nur auf einer Seite — zu Greif- klammern umgebildet und das letzte Beinpaar zu Überträgern des männlichen Stoffes. Die Larven schlüpfen als echte Nauplien aus mit ovalem Körper, mit dreiteiligem Stirnauge, das auch beim erwachsenen Kopepoden meist das einzige Sehorgan bleibt, und mit drei Paaren von Gliedmaßen. Mit einer Reihe von Häutungen ist ein allmähliches, knospenartiges Hervor- sprießen der Leibes- und Hinterleibsringe und ihrer Gliedmaßen verbunden. Manche Schma- rotzerkrebse setzen sich aber unmittelbar nach der ersten Häutung fest oder nachdem ihre Glie- derung nach einigen Häutungen schon weiter vorgeschritten ist, verlieren alsdann an ihrem ganz unförmig werdenden Körper alle Gliederung, und ihre Ruderfüße bleiben entweder als kleine Stummel erhalten oder gehen auch wohl verloren. Bei diesen, für ihre ganze Lebens- zeit an einer Stelle ihres geplagten Wohntieres festgehefteten Schmarotzern ist auch das Aug geschwunden, das ihnen während der schwärmerischen Jugendzeit von Nutzen war. Die schöner Anlagen der Jugend sind eben nicht entfaltet; es hätte etwas Rechtes, nämlich ein wirklicher bis zu seinem Tode sich munter tummelnder Ruderfüßer werden können, es wurde abe nur ein elender, seine Jugend Lügen strafender, einem seiner Mittiere zur Last fallende Taugenichts und unbehilflicher Freßsack daraus.

Man teilt die Ruderfüßer in die beiden Unterordnungen der Echten Kopepoden ode Eucopepoda und der Karpfenläuse oder Branchiura.

Erste Unterordnung: **Echte Kopepoden (Eucopepoda).**

Die weitaus meisten Kopepoden bilden die Unterordnung Eucopepoda. Sie enthäl freilebende und parasitische Formen in großer Menge.

Die freilebenden sind jene Tiere, die gewöhnlich Hüpferlinge genannt werden. Unte ihnen ist die Familie der Cyclopidae die bekannteste, bei denen die zweiten Antennen gleic den ersten einästig, die Beine des letzten Paares in beiden Geschlechtern rudimentär sind un das Weibchen jederseits des Hinterleibs ein Eiersäckchen trägt. Es sind meist Süßwasser bewohner. Die einzige deutsche Gattung Cyclops *O. F. Müll.* hat in unserem Lande 2 Arten, unter denen der bis 3 mm lange C. fuscus *Jurine* (coronatus; Abb., S. 653), m dicht anliegenden Eiersäcken, die schönste und bunteste ist, C. albidus *Jurine* fast rech winklig abstehende Eiersäcke hat, C. viridis *Jurine* sehr spitzwinklig, und C. strenuu *Fischer* spitzwinklig abstehende. Diese Art und der oft dunkel strohgelbe C. serrulatu *Fischer* sind die häufigsten.

Sehr lange Vorderantennen, deren nur eine beim Männchen zum Greiforgan umgestalt ist, und ein unpaarer Eiersack zeichnen die rein pelagischen Centropagidae aus, die m Gattungen wie Eurytemora *Giesbrecht* oder Diaptomus *Westwood* im Süßwasser vertrete sind. Während die erste nur in ganz großen Seen vorkommt, leben einige Diaptomus-Arte auch in den kleinsten Gewässern, so z. B. der im Frühjahr häufige Diaptomus castor *Jurin*

Die dritte Süßwasserfamilie ist die der walzenförmigen Harpacticidae, mit eine oder zwei Eiersäckchen, echte Grundformen, die nie pelagisch leben, sondern vorzugsweise im Le nach der Schneeschmelze zwischen Wasserpflanzen, Moos und Algen kleiner und kleinster Gewäss sich tummeln und, etwa wie Canthocamptus staphylinus *Jur.*, sehr häufig angetroffen we den. Im Zusammenhange mit dieser Lebensweise haben die Harpaktiziden und auch eini

Zyklopiden eine Fähigkeit erworben, die bei den Rädertieren bereits besprochen wurde: bei völligem Eintrocknen der von ihnen bevorzugten kleinen Pfützen und Tümpel schützen sie sich durch Abscheiden einer Hülle vor dem sicheren Tode. Die Haut ist zu diesem Zwecke mit zahlreichen Drüsen ausgestattet, deren Sekret rasch erstarrt und damit den schützenden Mantel liefert. Bei einigen Formen sind diese „Cysten“ sogar kugelrund, werden ebenfalls im Sommer gebildet, haben jedoch eine andere Bedeutung. Die betreffenden Tiere, z. B. Canthocamptus microstaphylinus *Wolf*, lieben die Kälte und suchen eingebettet in die „Sommercyste“ am Boden der Gewässer die heiße Jahreszeit zu überstehen.



Weibchen von Cyclops fuscus *Jurine*. Stark vergrößert. Nach Schmeil in Leuckart-Chun, „Bibliotheca zoologica“, IV. Band, Stuttgart 1892.

Diese drei Familien und andere sind jedoch auch im Meere vertreten. Hier bewohnen Harpaktiziden die Algenwelt der Gezeitenzone oder die Buchten, zahlreiche Arten anderer Familien gehören zum Plankton, und in den arktischen Gewässern ist ihre Entwickelung nach Arten- und Stückzahl und Größe gesteigert.

Die langgestreckten, schlanken Pontelliden und Kalaniden, erstere dreiäugig, sind fast alle Meeresbewohner und die besten Schwimmer; bald durchsetzen sie pfeilschnell in behenden, durch gleichzeitigen Rückschlag der Ruderäste ausgeführten Sprüngen das Wasser, bald ruhen sie frei von den Bewegungen aus, zwar an einem Punkte feststehend, aber nur durch das Gleichgewicht ihres Körpers im Wasser getragen, und lassen ihre befiederten Oberkieferplatten zur Herbeistrudelung kleinerer Geschöpfe in raschen Schwingungen spielen. Viele Arten sind vollkommen durchsichtig, nur hebt sich das Auge als leuchtend rotes Fleckchen ab, aber Anomalocera patersoni *Templ.*, in der Nordsee und im Mittelmeer, ist wundervoll blau mit roten und grünen Flecken. Im Golf von Neapel sieht man manchmal kleine Schwärme blauer Pontelliden, vielleicht jener Anomalocera-Art, sich mit solcher Kraft gegen die Meeresoberfläche schnellen, daß sie sogar herausspringen, worauf der Schwarm wie ein Regen wieder herabrieselt. Man darf wohl annehmen, daß die Tiere vor einem Fisch oder sonstigen Verfolger flohen. Calanus

finmarchicus *Gunn.* tritt in ungeheueren Massen auf und soll einen wesentlichen Bestandteil der Nahrung des grönländischen Walfisches ausmachen.

Fischt man solche Tiere mit dem Planktonnetz und bringt sie in einen Glashafen, so tummeln sie sich stets größtenteils an den dem Licht zu- und abgewandten Teilen des Glases, sie sind phototrop oder phototaktisch. Diese Erscheinung jedoch, die auch bei anderen Kopepoden, bei Ostrakoden, Kladozeren und vielen anderen Tieren des Meeres und Süßwassers wiederkehrt, kommt bei diesen Tieren nicht zustande, wenn man ganz vorsichtig ein einzelnes unversehrtes Krebschen in ein großes Aquarium bringt. In diesem Falle schwimmt das Krebschen, wie Franz feststellte, unbekümmert um die Belichtung hin und her und eilt erst von dem Augenblick ab zum Lichte hin, wo es einmal durch seine zufälligen Bewegungen an der Oberfläche oder an der Glaswand anstieß: ein Beweis, daß diese Tiere auch im Freileben sich nicht so dauernd nach dem Lichte einstellen, sondern erst bei eintretender Beunruhigung, wo sie ins Helle und damit ins Weite fliehen.

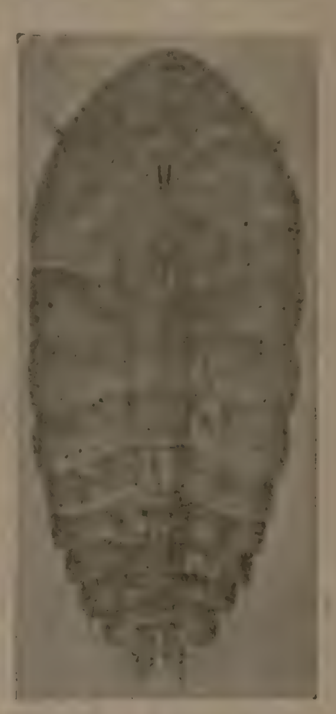
Die Nahrung der Hüpferlinge besteht außer aus winzigen lebenden Wasserorganismen nach Lampert auch aus den Pollen von Nadelhölzern, den der Wind wie einen lichten Teppich über die schimmernde Glut gebreitet hat. Knut Dahl stellte bei Mageninhaltsuntersuchungen an Forellen zu seinem und der Mitwelt Staunen fest, daß Zyklopiden und auch manche Insektenlarven, die von den Fischen gefressen waren, noch mehr als 12 Stunden innerhalb der frischgetöteten Fische lebendig und augenscheinlich ganz unbeeinträchtigt bleiben können. Soviel von den frei lebenden Vertretern der Unterordnung Eucopepoda.

Bei den Schmarotzerkrebsen, die man auch als Parasita zusammenfaßt, bilden sich ein Paar Fühlhörner und ein oder einige Paare der Kieferfüße zu Klammerorganen um, während gewöhnlich die Kiefer als zum Stechen geeignete Stilette in einer Saugröhre liegen. Alle ziehen ihre Nahrung aus anderen Tieren, namentlich Fischen. Ihr Verhältnis zu diesen stuft sich in allen Graden ab, von der freiesten Bewegungsfähigkeit, die dem Schmarotzer gestattet, seinen Wirt beliebig zu verlassen, bis zur unfreiwilligsten Seßhaftigkeit, wobei das Vorderende des Gastes so in das Fleisch des Wohntieres eingesenkt ist, daß man den eingegrabenen Kopf nur durch Ausschneiden unversehrt erhalten kann. Je nachdem wie weit die freie Beweglichkeit aufgegeben worden ist, wird die ursprüngliche Gliederung des Körpers wenigstens bei den weiblichen Tieren mehr und mehr verwischt. Die Gliedmaßen verkümmern nach und nach und verschwinden schließlich ganz. Der Körper wird weich und wurmförmig und nimmt wohl auch die abenteuerlichsten Gestalten an, verziert und verunziert mit allerlei knotigen, ästigen oder lappigen Auswüchsen. Bei vielen dieser Arten werden die Männchen zwar nicht auch zu solcher ungegliederten Unförmlichkeit verbildet, bleiben aber im Verhältnis zu ihren unschönen Gattinnen pygmäenhaft klein und lassen sich von ihnen, an sie angeklammert, durchs Leben schleppen.

Ein Tierchen, das ganz besonders aus dieser Menge herausgehoben zu werden verdient und sich selbst bemerklich macht, ist das Saphirkrebschen, Sapphirina ovatolanceolata *Dana* (fulgens; Abb., S. 655), aus der Familie der Corycaeidae. Sein Körper ist ein flachgedrücktes Oval von etwa $3^1/_3$ mm Länge. „Wenn man“, sagt Gegenbaur, „bei ruhiger See von der Barke aus in die Tiefe spähet, so wird das Auge nicht selten ein Schauspiel gewahr, welches zwar an Großartigkeit von gar vielen Erscheinungen der Meereswelt übertroffen, an Lieblichkeit aber und Reiz von vielleicht nur wenigen erreicht wird. Zahllose Lichtfunken tauchen auf, scheinbar leicht zu erreichen, aber in Wirklichkeit oft noch fadentief unter dem Spiegel. Be-

hierher, bald dorthin, höher oder tiefer auch, bewegt sich in kurzen, aber raschen Sätzen jeder einzelne Funke, dessen Farbe bald saphirblau, bald goldgrün, bald wieder purpurn leuchtet; und dieses wechselvolle Spiel wird noch durch veränderte Intensität erhöht. Ein Meeresleuchten bei hellem Tage! Jede Bewegung bringt eine andere Erscheinung hervor, und jeder Ruderschlag führt die Barke über neue Scharen hin, bis irgendein Wind die Oberfläche des Meeres kräuselt und zu Wellen erhebt, und das ganze Schauspiel sinkt in die Tiefe."

Nur die männliche Sapphirine schillert, und zwar ist, wie wir von Gegenbaur erfahren, die den Hautpanzer absondernde Zellenschicht der Sitz der Farbenerscheinung. Das unscheinbarere Weibchen wohnt außer zur Fortpflanzungszeit in Salpen. Das ganze bezaubernde Farbenspiel läßt sich mit dem Mikroskop beobachten, wobei sich ergibt, daß jede Zelle für sich, unabhängig von den Nachbarn, ihre Farben ausstrahlt. „So erscheinen gelbe mitten im Rot, rote mitten im Blau. Doch kann auch die Erscheinung auf benachbarte Zellen überschreiten; vom Rande einer blauen Zelle geht Blau auf die Nachbarzelle über, die eben noch rot war, und so dehnt sich zuweilen eine Farbe über eine große Strecke aus. Zuweilen tritt plötzlich in einer und derselben Zelle ein farbloser Fleck auf, in der Mitte oder am Rande, größer oder kleiner, während der übrige Teil noch in voller Farbe prangt. Verwandelt man jetzt das durchfallende Licht in auffallendes, so leuchtet der Fleck in vollem Metallglanze, während die übrigen vorher und nachher gefärbten Partien dunkel sind. Die Zeiträume, innerhalb welcher die Phänomene verlaufen, sind verschieden lang; oft wechselt in einer Sekunde die Farbe dreimal, oft währt eine Farbe mehrere Sekunden lang. Mit dem Tode des Tierchens, wo sich der feinkörnige Inhalt der Leuchtzellen jedesmal gegen die Mitte zusammendrängt, ist die ganze Erscheinung erloschen." Es geht aus ihr hervor, daß es sich um Zurückwerfen der Lichtstrahlen von jener Körnchenschicht der Zellen handelt, nicht um ein sogenanntes Selbstleuchten. Doch will Gegenbaur nicht behaupten, daß das Saphirkrebschen nicht auch zu den nächtlichen Leuchttieren gehöre, zu denen es von Thompson und Ehrenberg gezählt wird. Auch in der Nordsee gibt es Sapphirinen.



Männchen des Saphirkrebschens, Sapphirina ovatolanceolata *Dana*, in der Rückenansicht. Stark vergrößert. Aus **Giesbrecht**, „Kopepoden des Golfes von Neapel", Berlin 1892.

Am zyklopsähnlichsten unter den Parasiten sind noch die um zahlreiche Gliedmaßen und den Darm gekommenen, obwohl frei im Meere lebenden **Monstrillidae**, die in der Jugend als Blutparasiten in Würmern hausen. Die meisten Schmarotzerkrebse leben jedoch in der Jugend frei und schmarotzen im Alter; so die **Ergasilidae**, von denen Ergasilus gasterostei *Kr.*, an Stichlingskiemen, und E. sieboldi *Nordm.* (Abb. 1, S. 656), an den Kiemen von Hechten und Karpfenarten, den Tod der Fische hervorrufen können. Die Familie der **Caligidae** umfaßt diejenigen Schmarotzerkrebse, die bei freier Beweglichkeit durch größte Entfaltung der Klauen, Klammer- und Saugwerkzeuge ihrem Namen die meiste Ehre machen. Sie halten sich auf der Haut, an den Flossen und besonders gern an den Kiemen der verschiedensten Seefische auf;

Caligus lacustris *Stp. et Ltk.* schmarotzt auf den Kiemen von Barsch, Hecht und Rotauge. Einer anderen Familie, Dichelestidae, gehören Lernanthropus gisleri *Bened.* und L. krögeri *Bened.* an. Die vorderen Beine des Abdomens sind fast verkümmert, die hinteren zu großen Platten umgestaltet. In der ganzen, meist an Seefischen wohnenden Familie gibt es nur zwei Süßwasserarten, Dichelestium sturionis *Herm.* und Lamproglena pulchella *Nordm.* (Abb. 2). Jenes schmarotzt beim Stör, diese beim Aland an den Kiemen. Auch die Pennella-Arten, z. B. Pennella sagitta *L.* (Abb. 4) am Seeteufel, und andere wurmförmige ungegliederte Gestalten der Familie Lernaeidae wollen des Dichters Wort: „Ach



Schmarotzerkrebse: 1) Ergasilus sieboldi *Nordm.*, von der Rückseite, vergr.; 2) Lamproglena pulchella *Nordm.*, von unten, vergr.; 3) Lernaeocera cyprinacea *L.*, vom Rücken, vergr.; 4) Pennella sagitta *L.* Nach A. v. Nordmann, „Mikrographische Beiträge zur Naturgeschichte der wirbellosen Tiere". Berlin 1832.

wüßtest du, wie's Fischlein ist so wohlig auf dem Grund", zuschanden machen, da das tief eingesenkte, wie mit wucherndem Geäst überwachsene Vorderteil gewiß keine angenehmen Empfindungen erregt. Eine gefühlvolle Seele kann einigermaßen durch die schlanke, sogar etwas an die menschliche Gestalt erinnernde Leibesform der Pennellen sich aussöhnen lassen. Aber Lernaeocera esocina *Burm.* und cyprinacea *L.* (Abb. 3) verursachen bei massenhaftem Auftreten gelegentlich ein großes Sterben unter allerlei Süßwasserfischen. Sind bei diesen Parasiten die Weibchen wenigstens noch bis zur Paarungszeit freischwimmend und die Männchen zyklopsähnlich, so fehlen Schwimmfüße den Lernaeopodidae völlig, auch vom Hinterleib sieht man fast nichts mehr, die plumpen Weibchen setzen sich dauernd fest und auf ihnen die Männchen. Mit riesigen Klauen, den umgestalteten äußeren Kieferfüßen, haben sich die Weibchen in das Wirtstier eingeschlagen, ja die rechte und linke Klaue verwachsen dann sogar am Ende zu einem nicht mehr lösbaren Haftapparat. Auch solche Formen leben im Meere wie im Süßwasser. Nur wenige dieser Schmarotzer befallen andere Tiere als Fische. Aber an Krebsen und Würmern schmarotzen die Herpyllobiidae mit Hilfe wurzelähnlicher Saugfortsätze ihres Körpers, ähnlich wie wir das noch bei Sacculina genauer kennenlernen werden.

Zweite Unterordnung: Karpfenläuse (Branchiura).

Mehr Freude erlebt der Beobachter an den lustig beweglichen Karpfenläusen (Branchiura), der zweiten Unterordnung der Kopepoden mit einer einzigen Familie, den Argulidae. Der gemeine Argulus foliaceus *L.* hat einen scheibenförmigen Vorderkörper mit verkümmertem, zweilappigem Hinterleib. Zwei große Facettenaugen liegen in den Kopfseiten dieses merkwürdigen Spaltfußkrebses. Hinter den Mundteilen und Kieferfüßen, deren erste zu großen Saugnäpfen umgebildet sind, folgen vier Paar langgestreckter, gespaltener Schwimmfüße. Wie der deutsche Name der Familie andeutet, hält sich Argulus foliaceus vorzugsweise auf unseren Karpfenarten auf, häufig aber auch am Stichling, seltener am Hecht, Barsch und an der Lachsforelle. Ja, er wird auch an Kröten- und Froschlarven gefunden, und besonders sah man ihn den Axolotl gern heimsuchen. A. coregoni *Thor.*, mit zugespitzter Schwanzflosse, bevorzugt Forellen, Äschen und Felchen. „Die Arguliden leben", teilt Claus mit, „vornehmlich vom Plasma des Blutes, also der eigentlichen Blutflüssigkeit, zu dem sie sich sowohl mittels Stachels als vornehmlich durch die spitzen Mandibeln und Maxillen Zugang verschaffen. Schon die vortreffliche Entwickelung der Sinnesorgane und Schwimmfüße weist darauf hin, daß wir es nur mit stationären Parasiten zu tun haben, die gelegentlich der Begattung und Eierablage ihren Aufenthaltsort verlassen und frei umherirren. Auch die Einrichtung des Darmkanales mit seinen zahlreichen verästelten Blindschläuchen macht es wahrscheinlich, daß auf eine tüchtige Mahlzeit eine längere Fastenzeit unbeschadet der Lebensenergie der Tiere folgen könne. In der Tat habe ich beobachtet, daß der wohlgenährte Argulus viele Tage, ja wochenlang von seinem Wirte getrennt ohne Nahrung zubringen kann und während dieser Zeit Häutungen besteht, dann aber wieder, an den Fischkörper angeheftet, die zahlreichen Anhänge seines Darmes mit Nahrungssaft füllt."



Karpfenlaus, Argulus foliaceus *L.*, junges Männchen, vergrößert. A[1] vordere Antenne, Sg Saugnapf am vorderen Kieferfuß, Kf" hinterer Kieferfuß, Sf Schwimmfüße, R Schnabel, St Stachel, D Darm, T Hoden. Nach Claus.

Vierte Ordnung:

Rankenfüßer (Cirripedia).

Einer Umbildung der eigentümlichsten Art infolge Übergangs zur festsitzenden Lebensweise sind die nach den rankenförmigen Endgliedern ihrer Beine genannten Krebse unterworfen, die wegen ihrer kalkigen Schalenabsonderungen in allen älteren Sammlungen ihren Platz bei den Konchylien gefunden haben. Auch Cuvier erkannte sie noch nicht nach ihrer wahren Natur, und sie wurden erst dann recht eigentlich entlarvt, als ihre Entwickelungszustände einen nicht zu verkennenden Fingerzeig gaben, da solch ein winziges, birnförmiges, mit einem Stirnauge und drei Paar Gliedmaßen versehenes, lustig das Wasser durchruderndes Wesen (Abb., S. 661), ein echter Nauplius, die größte Ähnlichkeit mit anderen Nauplien der Entomostraken hat. Sofort nach der Geburt schwimmt er immer dem Lichte zu und gelangt damit von seiner

Geburtsstätte aus, dem Meeresboden, in die weiten Wassermassen hinein, für die er nach seiner Organisation geeignet ist. Wir sind aber, durch die Erfahrungen an so vielen Schmarotzerkrebsen gewitzigt, darauf gefaßt, den stürmischen Jüngling in einen grämlichen, alten Gesellen sich verwandeln zu sehen. Nach einigen Häutungen macht er denn auch Anstalt, sich für das übrige Leben festzusetzen. Die Schale ist mit der dem Ansetzen vorangehenden Häutung ähnlich derjenigen der Muschelkrebse geworden („Zypris-Stadium"). Mit den daraus hervorragenden Fühlhörnern geschieht das erste Anklammern, während die engere und weitere Befestigung auf der Unterlage durch einen in besonderen Drüsen bereiteten Kitt bewirkt wird.

In dem sich nun mehr abhebenden Hautpanzer finden häufig Ablagerungen von kalkigen Platten statt, die bald ein den übrigen Krebsen ganz fremdartiges Gehäuse bilden. Darin liegt, wie zusammengekauert, der unterdessen auch verschiedentlich umgestaltete Körper. Jetzt, wo wir es wissen, scheint es sich freilich von selbst zu verstehen, daß trotz der konchylienartigen Außenseite die Krebsnatur sich unter anderem ganz unzweideutig in den sechs Paar Spaltfüßen mit ihren vielgliederigen Endranken verrät. Ein fernerer wichtiger Charakter der Ordnung ist ihr Zwittertum. Fast nur die Unterordnung der Abdominalia ist getrennt geschlechtlich. Die Männchen sind da im Verhältnis zu den Weibchen winzig klein, kaum größer als die Eier, und in ihrem Körperbau sehr von ihnen verschieden. Erst schwimmen sie frei herum und heften sich später im Mantelraum oder an die Befestigungsscheibe der weiblichen Tiere, oft zu zweien und dreien, an. Außerdem kommen noch bei einer ganzen Anzahl von regelrecht gebauten, wirklich zwitterigen Arten von Pollicipedidae ausschließlich männliche, sehr kleine Geschlechtstiere vor, die zum Teil ganz anders aussehen als die Zwitter, zum Teil ihnen etwas ähnlicher sind und von ihrem Entdecker Darwin „Ergänzungsmännchen" genannt wurden. Die Bedeutung dieser Männchen ist noch unbekannt. Gerstäcker sieht in ihnen im Verschwinden begriffene überflüssige Individuen, die er daher mit rudimentären Organen vergleicht.

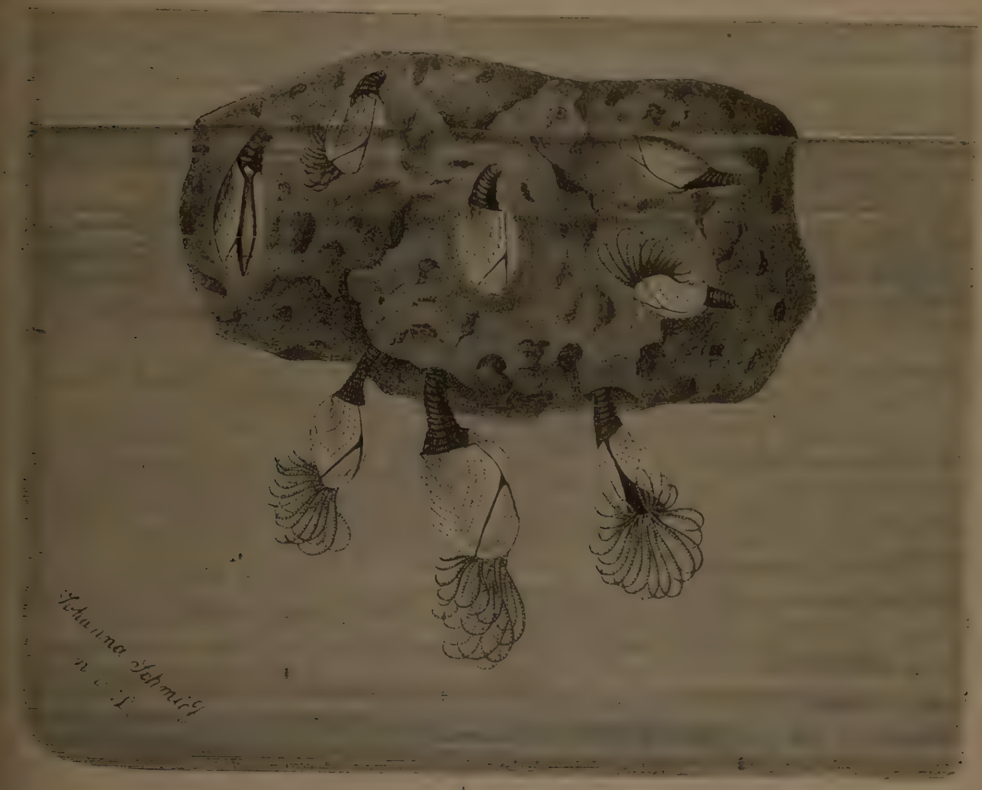
Die Zirripedien sind in mehr als 220 Arten ausschließlich Meeresbewohner und haben eine sehr weite Verbreitung, einmal durch ihre Gewohnheit, sich an flottierende und schwimmende leblose und lebende Körper anzusetzen, dann durch die Kleinheit ihrer Larven, die von den Strömungen mit Leichtigkeit hin und her getrieben werden. Rechnet man hierzu noch ihre Fruchtbarkeit, so wird es begreiflich, daß die Strandlinien an den Felsen von Hunderte von Meilen voneinander entfernt gelegenen Küsten mit Millionen derselben Seepockenart besetzt sein können. Die Tiere können ihr Gehäuse willkürlich öffnen und außerordentlich fest verschließen, und dieser letzteren Fähigkeit verdanken sie es, daß sie längere Zeit ohne Zutritt des Wassers leben können. Von manchen möchte man vermuten, daß sie unter Umständen in einen Zustand der Lethargie verfallen. Wie könnte man es sich sonst erklären, daß an den Klippen von Elba im heißen Sonnenschein Seepocken sitzen, die nur bei Sturm vom Wasser erreicht werden, oder an Felsen von St. Malo in einer Höhe, wohin das Wasser nur zwei- oder dreimal jährlich auf einige Stunden bei höchster Springflut gelangt? Sie müssen, wochen- und monatelang ohne Atemwasser und ohne Nahrung, während dieser Zeit ein latentes Leben führen. Aber wie wachsen sie, und wie sind sie gewachsen bei diesem knappen Stoffwechsel?

Wenn die Tiere ungestört in ihrem Element sind, dann klaffen ihre Schalen, und aus dem Spalt heraus treten ihre Gliedmaßen, die nicht mehr der Ortsveränderung dienen, sondern durch ununterbrochenes Winken und Strudeln das Atemwasser und die Nahrung herbeizwingen. Diese ist animalisch: allerlei pelagische Tierchen, Infusorien, Radiolarien, Larven und Junge der verschiedensten Tiere, ja der eigenen Art. Pagenstecher fand einmal im Magen einer einzigen Entenmuschel 50 junge Miesmuscheln!

Die vorstehenden Angaben gelten vor allem für die Unterordnung der Thoracica, für die namentlich die Kalkbildungen in der Haut bezeichnend sind. Die ganze Ordnung zerfällt in drei Unterordnungen: Thoracica, Abdominalia und Rhizocephala.

Erste Unterordnung: Thoracica.

In der ersten Unterordnung ist die bekannteste Familie die der Entenmuscheln (Lepadidae). Ihr Name weist mit seinem ersten Teil auf den alten Aberglauben hin, daß aus diesen Tieren die Bernikelgänse sich entwickelten; mit dem zweiten auf die Ähnlichkeit mit



Entenmuscheln, *Lepas anatifera L.*, auf Bimsstein. Natürliche Größe.

manchen Muscheln. Jener Wahnglaube reicht nach einer Annahme bis in die Zeit der alten Römer zurück, die die Brutplätze der Rott- oder Ringelgans noch nicht kannten, nach einer anderen bis zum Ende des 12. Jahrhunderts, und soll seinen Ursprung dem Wunsche der damaligen Geistlichkeit verdanken, die kleine Zahl schmackhafter Fastenspeisen durch Züchtung von Gänsen aus Seetieren zu vermehren. Diese Mönche wären kühne Abstammungsforscher gewesen! Die Entenmuscheln sitzen mit einem biegsamen, muskulösen Stiele auf, und das Gehäuse ist platt und dreiseitig. Etwa die Hälfte aller Lepadidenarten heftet sich auf im Wasser sich bewegenden Gegenständen, Schiffskielen und dergleichen, an, oder auf Tieren, die ihren Aufenthaltsort viel verändern. Die gemeinste Art ist die weitverbreitete Lepas anatifera *L.* An der Küste von Kalabrien und im Golf von Neapel findet man oft Bimssteine mit Lepas anatifera bedeckt, auf denen die Tiere, von Winden und Strömungen abhängig, weite Reisen machen, wie sie denn auch sehr weit verbreitet sind, beispielsweise unserer

Nordsee nicht fehlen. Das weichhäutige Anelasma squalicola *Lov.* lebt parasitisch auf nordischen Haien, in deren Haut es mit seinem Stiele eingegraben ist. Auch die Tiefsee beherbergt ausgezeichnete Formen aus dieser Familie.

Zu der Familie der Pollicipedidae gehört Lithothrya *Sow.*, die in Kalkfelsen, Muschelschalen und Korallenstücke sich einbohrt.

Diesen „Gestielten" stehen „Gedeckelte" gegenüber. Die Seepocken (Balanidae) sitzen anderen Gegenständen unmittelbar mit der Endfläche ihres zylinder- oder kegelförmigen Gehäuses auf, das durch eine mit zwei Plattenpaaren versehene Deckelhaut geschlossen werden kann. So geschicht es bei dem kleinen, in der Strandzone auf Gestein, Muschelschalen, lebenden Krabben, Holz und allerlei sonstigen Dingen auch in der Nord- und Ostsee sich überaus häufig ansiedelnden Balanus balanoides *L.*, sobald die Ebbe eintritt. Sie schützen sich also damit vor dem Vertrocknen. Im gleichen Gebiete lebt in etwas größerer Tiefe der ebenso häufige Balanus crenatus *L.*; bei ihm ist das Gehäuse mehr glatt, während das von B. balanoides höher kegelförmig getürmt und strahlig gerippt ist. Einige Arten gedeihen im brackigen Wasser, und auf den Falklandinseln traf Darwin eine Art in einer Flußmündung an Felsen, die bei der Ebbe von Süßwasser, bei der Flut von Seewasser umspült wurden. Eine der gemeinsten, durch ihre blaßrote bis dunkelpurpurrote Färbung und außerordentliche Wandlungen der Form ausgezeichnete Art ist Balanus tintinnabulum *L.* Ihre eigentliche Heimat reicht von Madeira bis zum Kap, von Kalifornien bis Peru. Das Tier kommt oft in großen Mengen an Schiffen vor, die von Westafrika, West- und Ostindien und China in die europäischen Häfen zurückkehren. Ganz besonderer Zuneigung gewisser Seepocken aus der Familie Coronulidae erfreuen sich manche Wale.



Seepocken, Balanus crenatus *L.*, auf der Schale von Mya arenaria. Natürl. Größe. Aus V. Franz, „Küstenwanderungen", Leipzig 1911.

Zweite Unterordnung: **Abdominalia.**

Aus der schon erwähnten zweiten Unterordnung der Abdominalia, die eingebohrt in der Schale von anderen Rankenfüßern oder von Mollusken leben, sei hier nur Alcippe lampas *Hanc.* genannt, die in der Nordsee in Schalen der Spindel- und Wellhornschnecke lebt und schon arg durch Parasitismus rückgebildet ist.

Dritte Unterordnung: **Wurzelkrebse (Rhizocephala).**

Aber dabei ist die physiologische und die Gestaltanpassung der ursprünglich lepadidenartigen Formen nicht stehengeblieben. Die Verdauungswerkzeuge sind vielmehr bei der dritten Unterordnung, den Wurzelkrebsen (Rhizocephala), bis auf einzelne Spuren im erwachsenen Zustande verschwunden, und das durch seine Jugendform als Krebs sich ausweisende Tier nimmt eine plumpe, sackförmige Gestalt an, nachdem es sich auf seinem Wirte niedergelassen hat. So weit geht die Verwandlung, eine rückschreitende Metamorphose, daß diese Tiere lange Zeit für Saugwürmer gehalten worden sind.

Die genaueren Vorgänge während dieser Metamorphose sowie die ganze Ökonomie hat uns Yves Delage von einem der gemeinsten Wurzelfüßer, dem Sackkrebs, Sacculina carcini *Thomps.*, kennen gelehrt, der auf der Bauchseite des Krabbenschwanzes, da, wo dessen erster und zweiter Ring zusammenstoßen, sitzt und dort fast wie ein kleiner Hodensack aussieht. Das Tier findet sich auf der großen Taschenkrabbe, Carcinus maenas, aber auch auf anderen Krabben aus den Gattungen Stenorhynchus, Portunus, Xantho, Galathea, Hyas und vielleicht Platycarcinus. An manchen Stellen der Nordseeküsten sind sie so häufig, daß zwei Drittel bis vier Fünftel der Krabben mit ihnen behaftet sind.

Im August erscheinen die jungen Larven, die Nauplien, die innerhalb 4—5 Tagen das Zypris-Stadium der Metamorphose erlangen und sich an



1 2

1) Nauplius von Sacculina carcini *Thomps.* nach der ersten Häutung. Stark vergrößert. Nach Yves Delage. — 2) Sackkrebs, Sacculina carcini *Thomps.*, am Hinterteil von Carcinus maenas. Natürliche Größe. Die Krabbe ist so dargestellt, als sei sie durchsichtig und schimmere das Saugröhrengeflecht durch die Haut des Wirtstieres hindurch. Aus Hesse-Doflein, „Tierbau und Tierleben", Band II. Leipzig 1914.

eine kleine, 4—12 mm lange und 3—4 Monate alte Krabbe anheften. Darauf verändern sie ihre Gestalt abermals, werden oval und senden durch die weiche Haut zwischen den Ringen in den Leib der Krabbe einen Fortsatz, durch den der Inhalt der Larve in das Innere der Krabbe übertritt. Er umspinnt nun mit hohlen, wurzelartigen Fortsätzen wie ein Geflecht feiner Pilzfäden alle die inneren Organe der Krabbe, wobei indessen, nach Jourdain, Herz, Kiemen und Nervensystem als die wichtigsten, für das Leben und Gedeihen von Wirt und Gast notwendigsten Organe nicht in Mitleidenschaft gezogen werden. Dies Stadium ist im September und Oktober erreicht. Gegen April bis in den Juli des zweiten Jahres, nachdem der Endoparasit 20—22 Monate alt geworden ist, erreichen die Keimdrüsen ihre Reife, und jetzt tritt der größte Teil des Körpers der Sakkuline wieder nach außen, wobei indessen die ernährenden hohlen Wurzeln selbstverständlich im Leibe des Wirtes bleiben. Dieser ist jetzt etwas älter als 3 Jahre und etwa 3—4,5 cm breit. Im August fängt der nunmehr 2 Jahre alte Sackkrebs an, Eier in das Wasser

zu entsenden, und fährt damit fort, bis er in einem Alter von 3 Jahren und 2—3 Monaten beim Beginn des Winters an Altersschwäche stirbt und von der Krabbe abfällt. Meist findet sich nur eine einzige Sakkuline bei einer Krabbe, ziemlich oft 2, selten 3 oder 4. Was nun die Wirkung anbelangt, die die Sacculina auf die Krabbe ausübt, so hat man früher gemeint, sie bereite dieser durch das Aufsaugen der Nahrungssäfte Schmerzen. Das ist jedoch, nach Delage, nicht der Fall. Anfänglich wird die Krabbe durch die Anwesenheit des Parasiten kaum geschädigt. Erst wenn dieser wieder nach außen hervorgetreten ist, macht sich sein Einfluß bemerkbar. Die Krabbe befindet sich dann ständig im Zustande der Unterernährung, sie hört auf zu wachsen, sich zu häuten und vermag nicht, sich fortzupflanzen. Da der größte Teil der Nahrungssäfte vom Schmarotzer verbraucht wird, so dient der Rest nur dazu, das Leben notdürftig zu fristen. Es bleibt nichts für die Bildung neuer Körpersubstanz oder der Geschlechtszellen übrig.

Eine andere Gattung ist der namentlich an Einsiedlerkrebsen schmarotzende Peltogaster paguri *Rathke,* der verlängert sackförmig ist, und dessen Wurzeln zu einer schwammartigen, in den Wirt hineinragenden und denselben aussaugenden Masse sich verfilzen.

Fünfte Ordnung:

Regelkrebse (Malacostraca).

Bei den Regelkrebsen (Malacostraca, Nomostraca) hat sich die Organisation zu einer gewissen Konstanz, z. B. in der Segmentzahl, gleichsam durchgearbeitet: Kopf und Brust zusammen bestehen nach Ausweis der Extremitätenpaare aus dreizehn Segmenten, der Hinterleib aus sechs, so daß wir im ganzen 19 gliedmaßentragende Segmente zählen. Hierzu kommt als gliedmaßenloses Endstück das mehr oder minder schuppenförmige, den After tragende „Telson“. Die Leptostraca allerdings erreichen diesen Zustand nur erst näherungsweise. Die Stelle der Schalendrüse, die häufig noch bei der Larve erhalten ist, vertritt bei den Malakostraken gewöhnlich die Antennen-, seltener die Kieferdrüse. Die Geschlechtsorgane münden beim Weibchen stets am elften, beim Männchen am dreizehnten Segment. Häufig sind Schalenbildungen. Die Ordnung enthält charakteristische Formen von sehr verschiedener Art, die man zu mehreren „Legionen“ zusammenzufassen pflegt. Bei weitem die wichtigsten Legionen sind die Ringelkrebse (Arthrostraca) und die Eigentlichen Krebse (Thoracostraca); für jede ein Beispiel: Kellerassel und Flußkrebs. Als eine kleine, aber stammesgeschichtlich bemerkenswerte Gruppe sei ihnen die Legion der Leptostraca vorausgeschickt, die von manchen Zoologen auch als besondere Ordnung aufgefaßt wird.

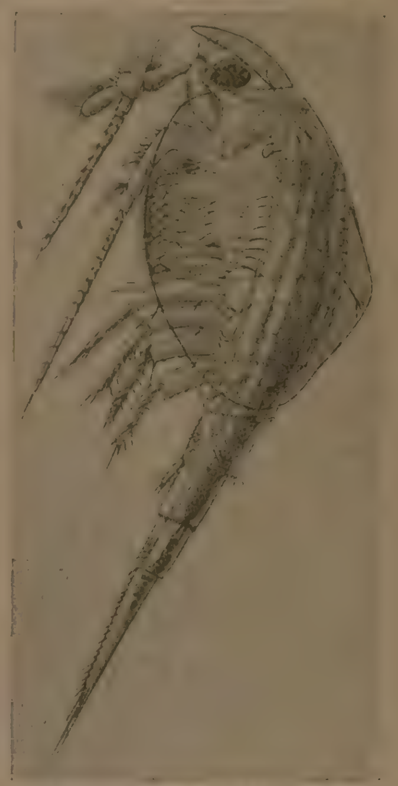
Erste Legion:

Leptostraca.

Etwas kopepodenähnlich, obschon größer und seitlich zusammengedrückt, sehen die wenigen meerbewohnenden Krebschen aus, die zu den Leptostraken zählen. Kopf und Brust sind aber von einer zweiklappigen Schale umschlossen, die übrigens vorn in eine bewegliche sogenannte Rostralplatte, gleichsam einen auf- und abklappbaren Mützenschirm, übergeht. Die Facettenaugen sind gestielt.

Darin, daß die Leptostraken einschließlich des zwei Gabeläste tragenden Telsons noch acht Hinterleibssegmente haben, statt sieben, stehen sie dicht an der Grenze, aber doch noch außerhalb

der sonst für Malakostraken geltenden Regel. Auch im Besitz von Schalen- und Antennendrüsen vermitteln sie zwischen Entomostraken und Malakostraken. Die Form der Brustfüße ist etwa ein Mittelding zwischen Phyllopoden- und Schizopodenfuß. In gleichem Sinne ist auch das langgestreckte, gewissermaßen noch indifferent gestaltete Herz und das noch besonders typische Strickleiternervensystem beachtenswert. In der Tat kennen wir aus jenen paläozoischen Zeiten, wo es zwar Entomostraken, aber offenbar noch keine Malakostraken gab, doch schon leptostrakenähnliche, übrigens verhältnismäßig große Krebstiere, die man Archaeostraca nennt. Sie lebten im Meere oder Brackwasser. Man darf also annehmen, daß aus irgendwelchen, vielleicht phyllopodenähnlichen Entomostraken sich leptostrakenähnliche Wesen und aus diesen dann sich Malakostraken entwickelten. Die wenigen heutigen Leptostraken, wie z. B. die etwa 1 cm lange, auffallend zählebige Nebalia geoffroyi *M.-E.*, ein schlammbewohnendes, zartes Krebschen aus dem Mittelmeer und Atlantischen Ozean, sind gleichsam lebende Fossilien.



Weibchen von Nebalia geoffroyi *M.-E.* 10fach vergrößert. Aus Claus-Grobben, „Lehrbuch der Zoologie".

Zweite Legion:
Ringelkrebse (Arthrostraca).

Die Ringelkrebse (Arthrostraca oder Edriophthalmata), zu denen vor allem die Asseln und Flohkrebse gehören, sind scharf geringelt und besitzen fast immer, da nur das vorderste Brustsegment mit dem Kopfe verschmilzt, sieben freie Brustsegmente, haben keine oder, wie die Scherenasseln, nur eine kleine Schalenduplikatur. Die Augen sind nicht gestielt und in ihrer Größe und Leistungsfähigkeit recht verschieden. Alle möglichen Formen kennt man, vom hochentwickelten Doppelauge einer Phronima bis herunter zum kleinen facettenarmen eines Bachflohkrebses; ja blinde Formen finden sich in unterirdischen Gewässern und in der Tiefsee. Die Entwickelung der Ringelkrebse ist unmittelbar. Die Eier entwickeln sich in einem Brustraum, der durch Anhänge der Brustbeine unter dem Körper der Weibchen gebildet wird.

Erste Unterordnung: Asseln (Isopoda).

Viel Mannigfaltigkeit im Aufenthalt zeigt die Unterordnung der Asseln (Isopoda), denn unter ihnen gibt es Meer-, Süßwasser- und Landbewohner; doch mag der Ursprung aller Asseln im Meere zu suchen sein. Ihr Körper ist von oben nach unten abgeflacht, das Abdomen kurz geringelt und oft verkümmert, und häufig dienen innere Äste der Abdominalfüße als Kiemen, so auch bei vielen in feuchter Luft atmenden Landasseln. In ihrer Gesamtheit gehören auch die Asseln zu den kleineren Krebsen, ihre mittlere Länge beträgt 13—26 mm. Ganz für sich steht die bis 20 cm lange Riesen-Tiefseeassel Bathynomus *M.-E.* Es gibt etwa 800 Arten, von denen ungefähr der dritte Teil Landbewohner sind.

Zu den Schwimmasseln (Sphaeromidae) gehört die Kugelassel der mitteleuropäischen Küsten, Sphaeroma rugicauda *Bate et Westwood.* Sie findet sich überall an steinigen Ufern auf der Wassergrenze, auch im Brackwasser und in der westlichen Ostsee, lebt gesellig unter den Steinen des Uferwassers und rollt sich bei der Berührung ein. Die Bohrassel, Limnoria lignorum *Sars* (terebrans), in der Nord- und Ostsee, zernagt Holz und wird, wie schon S. 637 erwähnt, Schiffen und Hafenbauten sehr schädlich. Ein länger gestreckter Körper ist den Idotheidae eigen, zu denen die häufige, halbfingerlange Idothea baltica *Pall.* (tricuspidata) der europäischen Meere gehört, deren Farbenanpassungsvermögen schon oben (S. 622) erwähnt wurde. Gleich manchem anderen Ostseetier wird sie in der Nordsee größer als in der Ostsee, wo sie bis Ostpreußen vorkommt. Flach gewölbt ist die Familie der Ligiidae, wie Ligia oceanica *L.*, die auf Ufersteinen der Nordsee und des Atlantischen Meeres sich sonnt und bei Gefahr mit Kopfsprung ins Wasser stürzt. Die seltsamen, flachgedrückten Serolidae wühlen sich in den Sand antarktischer Küsten in größeren Gesellschaften ein und sind durch den Besitz zu Stacheln entwickelter und aufrichtbarer Basalglieder des letzten Bauchfußpaares gegen die Angriffe hungriger Feinde geschützt.



Ligia oceanica *L.*, von unten gesehen. Nach Photographie von H. Main in London. Doppelte Größe.

Die Fischasseln (Cymothoidae) sind teilweise Zwitter, besitzen aber dann die männlichen und weiblichen Geschlechtsorgane nicht etwa zugleich, sondern in zeitlicher Trennung. Bei den Gnathiidae (Pranizidae, Anceidae) sind die Männchen und Weibchen auffallend verschieden. Die Weibchen wie die Larven leben parasitisch an Seefischen, haben große Augen am kleinen Kopf und einen Saugrüssel; die Männchen haben einen kolossalen viereckigen Kopf und mächtige Oberkiefer und leben frei. Die Fischasseln haben zum Teil zu Saugapparaten umgestaltete Freßwerkzeuge und leben im letzteren Falle immer parasitisch auf Fischen. Ziemlich große Parasiten von etwa halber Fingerlänge gehören zu diesen Belästigern von Seefischen namentlich der wärmeren Meere. Bei den stets parasitischen Garnelasseln (Bopyridae) leben die Weibchen in der Kiemenhöhle namentlich von Garnelen, werden hier scheibenförmig und unsymmetrisch, während der Darm ihnen teilweise verlorengeht. Dort, zwischen den Kiemen, treiben sich auch die kleineren, beweglichen Männchen herum.

Wir wollen uns bei solchen unerfreulichen Parasiten hier nicht länger aufhalten, sondern nur noch erwähnen, daß zu den Asseln außer derartigen Ektoparasiten auch Entoparasiten gehören, die in anderweitigen marinen Krebsen schmarotzen, so die Weibchen der Entoniscidae oder Krabbenasseln und der Cryptoniscidae; letztere leben eigentlich nicht unmittelbar auf den Krabben, sie sind vielmehr Parasiten von Parasiten dieser Tiere, und zwar der seltsamen Wurzelkrebse (S. 660). Sie schieben ihren Kopf entweder, indem sie sich neben dem Wurzelkrebs niederlassen, durch die Haut des Schwanzes der Krabbe, bis sie die Wurzeln des

ersten Parasiten erreichen, wobei sie diesen selbst oftmals verdrängen, oder sie siedeln sich auf dem Wurzelkrebs unmittelbar an und bohren ihren rüsselartig verlängerten Kopf bis zu seinen Ernährungsorganen. Denn diese suchen sie allemal auf, sie nehmen ihrem Wirte nicht die eigenen, schon verarbeiteten Nahrungssäfte, sondern schneiden ihm das der Krabbe entnommene Futter ab.

Mit den Asellidae, den **Wasserasseln**, kommen wir zu munteren Süßwassertieren. Bei der **Gemeinen Wasserassel**, Asellus aquaticus *L.*, besteht der ganze Hinterleib aus einem einzigen großen schildförmigen Segment. Das bis 13 mm lange Tier findet sich überall in Teichen und Gräben der verschiedensten Tiefen, und da kann es häufig vorkommen, daß diese im Sommer austrocknen. Deshalb gehen aber die Asseln noch lange nicht zugrunde wie die meisten ihrer Mitbewohner, sondern sie graben sich rechtzeitig möglichst tief in den Schlamm ein und warten hier in einer Art Sommerschlaf, bis neuer Regen ihnen die frühere Lebensweise wieder ermöglicht.

Da die Wasserasseln alle nicht zu schnell fließenden Gewässer bewohnen, so finden sie sich auch in unterirdischen und in tiefen Seen, in beiden büßen sie aber ihre Augen ein und entwickeln um so mehr ihre Geruchsantennen. So ungefähr mag die **Höhlen- oder Grottenassel**, Asellus cavaticus *Schiödte*, die zweite deutsche Art, entstanden sein.



Gemeine Wasserassel, Asellus aquaticus *L.* Vergrößerung 4 : 1.

Die Familie der **Landasseln** (Oniscidae) ist unter anderem daran kenntlich, daß das letzte Afterfußpaar in Form von Griffeln beiderseits über den Hinterleib hervortritt. Weit über die Erde verbreitet, allgemein bekannt und von empfindsamen Seelen als ekelerregende Tiere betrachtet sind die **Mauerassel**, Oniscus asellus *L.* (murarius), mit dreigliederiger Fühlergeißel, und die **Kellerassel**, Porcellio scaber *Latr.*, die, nach Dahl, beide im wärmeren, westlichen Deutschland auch in Wäldern gefunden werden, im östlichen aber meist nur an Häusern. Diese und manche andere Porcellio-Art ist über die ganze Erde verschleppt. Einen gewissen Kalkgehalt verlangt die an ihrem stärker gewölbten Körper und dem Abkugelungsvermögen leicht erkennbare **Rollassel**, Armadillidium cinereum *Zenker* (vulgare), aus der Familie der **Armadillidiidae**. Bei Porcellio und Armadillidium enthalten die

Außenäste der beiden vorderen Abdominalfußpaare ein System tracheenartiger, seitlich geöffneter Luftröhren zur Luftatmung.

Zweite Unterordnung: Flohkrebse (Amphipodida).

Den Namen Flohkrebse (Amphipodida) erhielt eine über die ganze Erde, vornehmlich in salzigem Wasser, verbreitete, aus etwa 600 Arten bestehende und meist in unzähligen Individuen beisammen vorkommende Unterordnung von der Eigenschaft sehr vieler ihrer Mitglieder, mit außerordentlicher Behendigkeit sowohl im Wasser stoßweise zu schwimmen und zu hüpfen, als auch außerhalb desselben die tollsten, ihre eigene Höhe oft um das Hundertfache übersteigenden Sprünge auszuführen. Die Flohkrebse sind — im Gegensatz zu den Asseln — seitlich zusammengedrückt, der Hinterleib ist gestreckt, Kiemen finden sich an den Brustfüßen. Die vorderen drei Hinterleibsringe tragen Schwimmfüße, die drei hinteren nach hinten gerichtete Springfüße.



Gemeiner Flohkrebs, Gammarus pulex *L.* Vergrößerung 4 : 1.

Die größten Amphipoden werden über 10 cm lang, die meisten erreichen kaum 1 cm, und viele bleiben darunter. Nur eine sehr geringe Zahl lebt im süßen Wasser. Die außerordentlich zahlreichen Bewohner des Meeres halten sich teils an den Küsten auf, bekannt unter dem Namen „Sandhüpfer", teils begeben sie sich auch auf das hohe Meer hinaus. Die zahllosen Scharen von Flohkrebsen werden in den nordischen Meeren als Aasvertilger nützlich. Die Äser großer Delphine und Wale, die, der allmählichen Fäulnis überlassen, das Wasser im weiten Umkreise verpesten und damit einer Menge Tierbrut den Untergang bereiten würden, werden in kurzer Zeit von den Millionen sich einstellender Flohkrebse rein skelettiert. Im Meere erreichen die Amphipoden einen ungeheuren Reichtum nicht nur an Stückzahl, sondern auch an Arten und gelegentlich auch bedeutendere Größe.

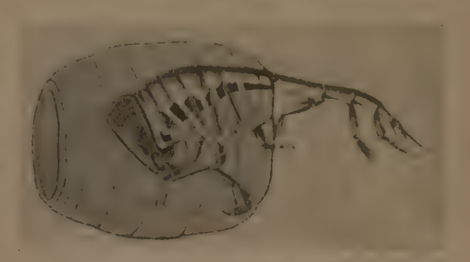
Der Gemeine Flohkrebs, Gammarus pulex *L.*, im Süßwasser Europas, ist ein Vertreter der vorwiegend süßwasserbewohnenden Familie Flohkrebse im engeren Sinne (Gammaridae). Er hält sich am Grunde seichter, aber nicht faulig werdender, fast nur fließender Gewässer, auch in schnell fließenden Bächen und in Quellen, am liebsten unter größeren Steinen und Holzstücken auf und nährt sich vorzugsweise von Pflanzenstoffen, skelettiert z. B. im Herbst meisterhaft die in seine Gewässer fallenden Blätter. Mangel an Pflanzenfutter

veranlaßt, nach Hämpel, die Flohkrebse zu Fleischnahrung und gelegentlicher räuberischer Lebensweise, weshalb man sie, wenn man sie zur Fischfütterung züchtet, mit frischem Fleisch ernähren kann. Doch dürfte die Zucht überhaupt nie besonders ergiebig werden. Hebt man in einem Flohkrebse enthaltenden Gewässer einen Stein jäh auf, so findet man sie gewöhnlich dicht gedrängt, groß und klein durcheinander sitzend und liegend. Aber kaum wurden sie gestört, da stieben sie schon mit größter Hurtigkeit nach allen Richtungen auseinander, um hinter dem ersten besten Gegenstand sich wieder zu verbergen. Diejenigen, welche an dem aufgenommenen Steine haftenbleiben, suchen mit energischen Bewegungen des Hinterleibes sich loszumachen und, seitlich sich fortschnellend, ohne eigentlich zu hüpfen, das rettende Element zu gewinnen. Gelingt ihnen das nicht bald, so trocknen ihre Kiemen ein, und sie verdorren, besonders an der Sonne, schnell. Den Winter bringen die Flohkrebse eingegraben im Schlamme und Sande zu, um an den ersten warmen Tagen wieder zu erscheinen und die Fortpflanzung zu beginnen. Man findet sie alsdann oft paarweise, indem ein kleines Individuum, das Weibchen, von einem größeren, dem Männchen, hartnäckig und tagelang mit den Klauen der beiden vorderen Gliedmaßen festgehalten wird. Die Jungen entwickeln sich in Bruttaschen an den Beinen der Mutter und werden von dieser in der ersten Zeit ihres Wachstums nach dem Auskriechen geführt. Sie suchen nämlich bei Gefahr zwischen den Beinen der Mutter Schutz, eine Gewohnheit, die auch bei meerbewohnenden Amphipoden beobachtet wurde.



Sandfloh, Talitrus saltator *Mont.* 3fach vergrößert. Aus „Catalogue of Amphipodous Crustacea in the British-Museum". London 1862.

Es finden sich blinde blasse Formen in alten Bergwerksschächten, in tiefen Brunnen von Helgoland bis Venedig und in den tieferen Schichten großer Seen. So ist Gammarus pulex subterraneus *Schneider* sehr häufig in den Bergwerken des Clausthaler Grubenbezirks, und Arten der Höhlenflohkrebse, Niphargus *Schiödte*, leben in Brunnen und Quellen auch in Deutschland. Von Gammarus pulex trennt man wegen der Ausbildung eines Rückenkiels den häufigen Carinogammarus roeseli *Gervais* (Gammarus fluviatilis) ab, der weniger Ansprüche an den Sauerstoffgehalt des Wassers macht und daher in Teichen die verbreitetere Art ist.



Weibchen des Tonnenflohkrebses, Phronima sedentaria *Forsk.* Nach R. Woltereck („Meereskunde", 2. Jahrgang, 8. Heft, Berlin 1908). (Zu S. 669.)

Viel gedrungener von Gestalt als die schlanken Gammaridae sind die ausschließlich meer- oder vielmehr strandbewohnenden Talitridae, die Sandhüpfer. Wo immer am Meeresstrande, sei es in Brighton, auf Helgoland, an der Ostsee oder dem Lido bei Venedig, Tang angespült wird, da finden sich häufig der Sand- oder Strandfloh, Talitrus saltator *Mont.* (locusta), und der Küstenhüpfer, Orchestia gammarellus *Pall.* (littorea), echte Strandtiere. Dieser hat unvollkommene Scheren an den beiden ersten Brustbeinpaaren, jener nur am zweiten. Der Strandfloh ist übrigens mehr bräunlich, der Küstenhüpfer mehr gräulichweiß oder gelblich gefärbt. Die Strandflöhe gehen nie ins tiefe Wasser, sie folgen dem Rande der Gezeiten und bleiben bei Ebbe in und auf dem in langer Linie ausgeworfenen Wall von

Tang zurück. Hier springen sie während der warmen Jahreszeit oft fußhoch und in so unglaublichen Mengen, daß man die bewegte Schicht zuweilen schon von fern sehen kann. Im Winter bergen sich die Sandhüpfer an den nordischen Küsten mit Vorliebe in verwesenden Tanghaufen und kommen höchstens bei warmem Sonnenschein hervor. Klopft man an einen der oft zahlreich am Strande halb im Wasser liegenden Steine, so werden unter ihm und allen benachbarten fast stets eine Unmenge Strandflöhe hervorgestöbert, die im flachen Wasser eilends herumschwimmen und schnell wieder ein dunkles Versteck suchen. Orchestia bottae *M.-E.* unternimmt sogar weite Reisen landeinwärts und wurde beispielsweise auf Cypern in 1255 m Höhe gefunden.

Eine geschlossene Schar bilden die röhren- und nesterbauenden Amphipoden. Die verschiedenen, ihr Häusermaterial sich zusammentragenden Corophiidae (Podoceridae) sind harmlose Tiere, und eine auf der Reede von Helgoland vorkommende Podoceros-Art hat sogar das besondere Verdienst, die dortigen Schollen, von denen sie reichlich gefressen wird, äußerst fett und wohlschmeckend zu machen; nicht so der durch besondere Familienmerkmale sich abtrennende Scherenschwanz, Chelura terebrans *Phil.*, aus der Familie der Cheluridae. In Gemeinschaft mit der obenerwähnten Assel, Limnoria lignorum, durchhöhlt er in Docks und Dämmen das Holzwerk, namentlich das weichere Nadelholz, vom Grunde bis an den Spiegel. Nur das mit Kreosot getränkte Holzwerk scheint er zu scheuen. Man hat ihn bis jetzt an den südlichen und westlichen Küsten Europas, in Westindien und Nordamerika beobachtet.



Thaumatops magna *Woltereck.* Natürliche Größe. Nach Photographie von R. Woltereck. (Zu S. 669.)

Während die bisher besprochenen Amphipoden vorwiegend Boden- oder Küstenformen sind, ja zum Teil sogar an feste, selbstgefertigte Wohnungen gebunden sind, halten sich die folgenden Familien, die Hyperidae und Phronimidae, fast ausnahmslos im freien Wasser auf. Manche von ihnen führen freilich ein recht bequemes Leben und halten sich für ihre Reisen im Meere eigene Fahrzeuge. Der Quallenflohkrebs, Hyperia medusarum *Müll.* (Lestrigonus), und Verwandte leben in den an der Unterseite der Medusen befindlichen taschenförmigen Höhlen. Selbst untätig, lassen sie sich von ihren Wirten umherfahren, wenigstens während des Sommers, im Winter leben sie frei in der Tiefsee über dem Boden des Meeres. Nicht alle diese Raumparasiten gehen indessen mit ihren Mietsherren so rücksichtsvoll um. Manche von ihnen leben nach Claus „von dem Quallenleib, fressen ihm die Geschlechtsorgane, den Mundstiel, die Arme weg und treiben unter dem Obdache der zerstörten Meduse, bewegt von dürftigen Kontraktionen der erhaltenen Muskelteile ihres Wirtes, im Meere herum". Noch schlimmer treibt es unter den Phronimiden der Tonnenflohkrebs,

Phronima sedentaria *Forsk.* Das Weibchen wählt Siphonophoren und besonders Manteltiere der Gattungen Doliolum und Pyrosoma und frißt sie derartig aus, daß nur ein kleines glashelles Tönnchen übrigbleibt. Mit diesem Tönnchen als Haus schwimmen die Weibchen umher (Abb., S. 667). Die Männchen hingegen leben vorwiegend in der Tiefe des Meeres, frei schwimmend ohne Haus, steigen nur zur Begattung empor und suchen die Weibchen in ihren Tönnchen auf. Kriechen die Jungen aus den Eiern und dem Brutraum der Mutter aus, dann verweilen sie zunächst noch einige Zeit im Tönnchen, schwimmen aber später aus und sinken in die tiefen Wasserschichten ab, um erst mit Eintritt der Reife wieder emporzusteigen.

Die pelagische und räuberische Lebensweise der Hyperiden findet natürlich auch Ausdruck in ihrem Bau. Sie sind fast durchweg glashell, oft ausgestattet mit großen Greifzangen am fünften Beinpaar und mit riesigen Augen versehen. Bei Phronima sind sogar an jedem der Augen zwei besondere Abschnitte zu unterscheiden. Der eine, das „Seitenauge“, besteht aus kurzen Augenkeilen, der andere hingegen, das „Frontauge“, setzt sich aus drei- bis viermal längeren Einzelaugen zusammen und ist nach oben gerichtet. Die Trennung der Augen in zwei Abschnitte treffen wir auch bei anderen Krebstieren, z. B. Tiefseeschizopoden, und sogar bei einem einheimischen Wasserfloh (Bythotrephes); sie findet ihr Gegenstück unter den Insekten in den Turbanaugen der Eintagsfliegenmännchen.



Gespenstkrebs, Caprella aequilibra *Bate*, auf Eudendrium. Vergrößerung 4:1.

Weit übertroffen wird jedoch Phronima noch durch die **Thaumatopsidae**. In dieser Familie nehmen die Sehorgane fast den ganzen Kopf ein; sie stoßen auf der Stirn und dem Scheitel aneinander. Die fingerlange Thaumatops magna *Wolterech* (Abb., S. 668) lebt pelagisch in der Tiefsee, ist vollkommen farblos und durchsichtig und nur mit einem dünnen Panzer ausgestattet.

Eine besondere Abteilung der Flohkrebse bilden die auffallend gestalteten **Kehlfüßer** (Laemadipoda), gekennzeichnet durch die Verwachsung des Kopfes mit dem ersten Brustring, wobei das zugehörige Beinpaar an die Kehle und weit vom zweiten abgerückt ist. Da gewöhnlich am dritten und vierten Brustsegment die Beine bis auf die blattförmigen Kiemen zurückgebildet sind und der Hinterleib fast gänzlich verkümmert ist, so sind also im ganzen nur fünf Beinpaare vorhanden. Es sind zwei in Aussehen und Lebensweise sehr verschiedene Familien zu unterscheiden, die **Gespenstkrebse** (Caprellidae) und die **Walfischläuse** (Cyamidae). Die ersteren haben einen dünnen, fadenförmigen, gestreckten Körper. An den beiden


Walfischlaus, Cyamus ceti *Lam.* Nach C. Spence Bate.

ersten Beinpaaren ist das vorletzte Glied verdickt, an den drei hinteren Paaren gestreckt. Die zahlreichen, meist nur 3—13 mm langen Arten halten sich an untiefen Stellen der Meere auf Hydroiden- und Bryozoenstöcken auf und gewähren, in ihrer Kleinheit von den meisten Besuchern des Meeres gänzlich übersehen, dem Beobachter des unscheinbaren Tierlebens in ihrem Treiben ein anziehendes Schauspiel. Sie sind die wahren Turner unter ihren Klassengenossen, indem sie geschickt wie die Affen und mit vielen Purzelbäumen und Windungen an und zwischen den zarten Ästen der unterseeischen Miniaturwaldungen sich bewegen, wo sie unter anderem Polypenköpfchen fressen. Fortwährend munter und geschäftig, stechen sie vorteilhaft von ihren Zunftgenossen, den Walfischläusen, ab. Deren Körper ist eiförmig und flach gedrückt, mit kleinem, schmalem Kopfteil; auch sind die drei hinteren Beinpaare kurz und kräftig. Ihr Name bezieht sich auf die schmarotzende Lebensweise auf Delphinen und größeren Walen, auf deren Haut sie festgeklammert und für den Beobachter langweilig ihren Wohnsitz aufgeschlagen haben.

Dritte Legion:

Eigentliche Krebse (Thoracostraca).

Die Eigentlichen Krebse, Thoracostraca, Podophthalmata oder Schalenkrebse, welch letzterer Name jedoch auch für viele Entomostraken passen würde, stehen durch den Besitz ihrer Schale, die von einer paarigen seitlichen Falte der Haut gebildet wird und als Brustpanzer den Kopf und die Brust zum Kopfbruststück, Cephalotorax, vereinigt, und durch ihre Stieläugigkeit in einem gewissen Gegensatz zu den Ringelkrebsen (Arthrostraca). Doch ist dieser Gegensatz durch die Synkariden und die Kumazeen einigermaßen überbrückt.

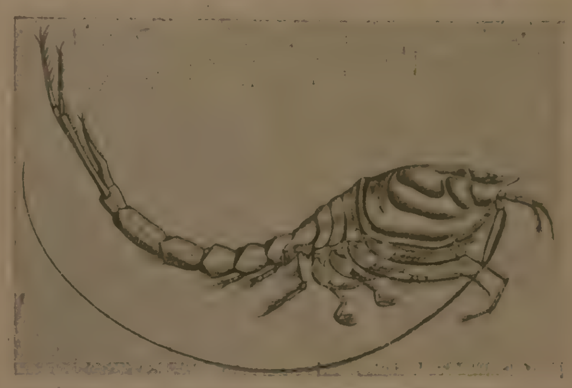
Erste Unterordnung: Syncarida.

Die Syncarida, nur drei Gattungen, denen man sogar den Rang einer besonderen Legion, Anomostraca, zuerkannt hat, haben einen arthrostrakenähnlich geringelten Körper mit sieben oder gar acht freien Brustsegmenten ohne Schale; thorakostrakenähnlich sind dagegen die spaltfüßigen Brustbeine, der Schwanzfächer der einen Gattung und ihre gestielten Augen, die sämtlich von Schizopoden entnommen sein könnten; ferner die in der Basis der ersten Antenne liegenden Statozysten, die erst bei Dekapoden, dem Flußkrebs und ähnlichen, wiederkehren. Der bis fast 4 cm lange, flohkrebsähnlich aussehende Anaspides tasmaniae *G. M. Thoms.*, der die Mischcharaktere am deutlichsten zeigt, lebt in Teichen nahe dem Gipfel des Mount Wellington in Tasmanien, 4000 Fuß über dem Meere, eine zweite Art, Koonunga cursor *Sayce*, in Südaustralien. Eine dritte, Bathynella natans *Vejd.*, wurde vor einigen dreißig Jahren in einem Brunnen in Prag entdeckt und neuerdings auch bei Basel in einem Brunnen gefunden. Diese Formen sind wieder einmal „lebende Fossilien“, letzte Reste einer ehemals viel größeren Gruppe; denn süßwasserbewohnende Syncarida waren, wie sicher bestimmbare Fossilien beweisen, im karbonisch-permischen Erdaltertum häufig, also ungefähr in der Zeit, wo auch die Anfänge der Arthrostraken und der Thorakostraken liegen. Daß die Entomostraken

und Malakostraken von den Syncarida abstammten, soll damit durchaus nicht gesagt werden; die Syncarida können auch sehr wohl eine Mittelgruppe zwischen beiden sein, die sich selbständig herausbildete und früher als die beiden anderen auf den Aussterbeetat kam.

Zweite Unterordnung: Cumacea.

Ähnlich wie mit den Synkariden mag es mit den Kumazeen stehen, nur daß von ihnen keine fossilen Reste erhalten sind. Die Cumacea sind Malakostraken mit zwei Hilfskieferpaaren, fünf freien Brustsegmenten und nur kleiner Schale, die bloß die drei vorderen Brustsegmente zu überdachen vermag. Sie haben nicht gestielte, sondern sitzende Augen, wie die Arthrostraken. Es sind etwa 70 kleine, unscheinbare Arten mit verdickter Kopf- und Bruftgegend, aber schlankem Hinterleib, der im weiblichen Geschlecht gliedmaßenlos ist, im männlichen dagegen kleine Schwimmfüße trägt. Früher hielt man diese Krebse irrtümlich für Larven von Zehnfüßern. Die Kumazeen sind Meeresbewohner, doch sind auch Vertreter im Kaspisee entdeckt worden. Diastylis rathkei *Kröy.* (Cuma) lebt in den nordischen Meeren, z. B. bei Helgoland, D. sculpta *G. O. Sars* bei Nordamerika. Die Leuconidae sind schlanker als die Diastylidae und blind; zu ihnen gehört Eudorella trunculata *Bate* in der Nordsee und dem Mittelmeer.


Diastylis sculpta *G. O. Sars.* 10fach vergrößert. Aus Claus-Grobben, „Lehrbuch der Zoologie“.

Dritte Unterordnung: Spaltfüßer (Schizopoda).

Das zarte Brustschild der Spaltfüßer oder Schizopoda bedeckt meist die ganze Brustregion. Die Brustfüße sind typische, der Fortbewegung dienende Spaltfüße. Die meisten Schizopoden sind Bewohner des Meeres und haben wahrscheinlich schon im Karbon gelebt, ganz sicher bestimmbar sind allerdings die wenigen fossilen Reste nicht.

Am verbreitetsten ist die Familie der Mysidae. Schon in der 1780 erschienenen Beschreibung der grönländischen Tiere von dem hochverdienten Prediger und Missionar Otto Fabricius wird gesagt, daß sie mit anderen kleinen Tierchen die Hauptnahrung des großen Grönlandwales (Balaena mysticetus) ausmachen. Es sei wunderbar, wie die kleinen Tiere, noch nicht 1 Zoll lang, eine ausreichende Nahrung für die größten abgeben und das Material für die ungeheuren Massen Speck liefern könnten. Sie seien jedoch im Grönländischen Meere so häufig, daß der Wal bloß das Maul aufzusperren brauche, um viele tausend Fetttropfen mit dem Wasser einströmen zu lassen. Bekanntlich kommt ihm die Vorrichtung der Fischbeinplatten zugute, hinter denen, wie hinter einer Reuse, die Beute zurückbleibt.

Wer das Aquarium von Helgoland besucht, lernt dort sicher die verhältnismäßig großen, etwa 3 cm langen Praunus flexuosus *Müll.* (Mysis, Macromysis) der Nord- und Ostsee kennen, die, halb aufgerichtet im Wasser hängend und fast wie Männerchen im Trikot aussehend, alle einander parallel schweben, weil sie auf die Richtung der einfallenden Sonnenstrahlen in gleicher Weise reagieren. Eine kleinere Art derselben Gebiete ist Neomysis vulgaris

Thomps. (Mysis). Im Mittelmeer lebt unter anderen Leptomysis mediterranea *G. O. Sars* und die merkwürdige Hemimysis lamornae *Couch*, die in Neapel anfangs nur aus dem Aquarium der zoologischen Station bekannt war, wo sie in Unmengen und oft in so großer Zahl auftritt, daß sie mit kleinen Netzen abgefischt werden muß. Die Tierchen halten sich hier stets an dunklen Gegenständen auf, also besonders an den Felsbauten, und schwimmen ständig horizontal in der Richtung des Lichteinfalles etwa 10—12 cm weit hin und her. Diese Krebsscharen erinnern dadurch an Mückenschwärme, die über einzelnen Türmen in einer Stadt tanzend verbleiben, oder die uns auf einer Wanderung begleiten und ständig über unserem Hute hin und her tanzen.

In den nordischen Meeren, auch in der Ostsee, lebt Mysis oculata *Fabr.*, und in Binnenseen Nordeuropas, in Deutschland im Madü-, Tollense-, Dratzig- und Mauersee, die ihr sehr ähnliche Mysis relicta *Lovén*, ein zart durchsichtiges, bis 18 mm langes Tierchen, das den Tiergeographen lebhaft interessiert. Der lateinische Artname geht darauf zurück, daß man in Schweden und Norwegen diesen Süßwasserbewohner als ein aus Mysis oculata durch Anpassung an süßes Wasser hervorgegangenes Überbleibsel, ein Relikt aus den Zeiten einer nacheiszeitlichen Meeresbedeckung dieser Länder ansah, was für manche dortigen Fundstellen zutreffen wird. Die deutsche Mysis relicta jedoch muß, da sie nur in Seen, die zur Ostsee abwässern, vorkommt, in der Ancyluszeit, als das Ostseebecken ein Süßwassersee wurde, aus M. oculata durch Umbildung und erzwungene Anpassung an das süßer werdende Wasser entstanden und damals durch die Ostseeflüsse in die heute noch von ihr bewohnten Seen gewandert sein. Daß sie heute noch aus dem Salzwasser ins Süßwasser einwanderte, sich also gewissermaßen freiwillig anpassen könnte, oder daß sie sich durch Vögel ausbreitete, ist ausgeschlossen, da sie in den Ostseeflüssen und im ganzen zur Nordsee abwässernden Gebiet fehlt. Diese Auffassung begründeten Samter und Weltner vortrefflich für Mysis relicta und zwei Flohkrebse, Pontoporeia affinis *Bruzelius* und Pallasea quadrispinosa *G. O. Sars* (Pallasiella), von denen ganz Ähnliches wenigstens für Deutschland gilt; in anderen Ländern — auch in Nordamerika finden sich diese Relikten — mag die Sache ja teilweise anders liegen.



Mysis oculata *Fabr.* Vergrößerung 6:1. Nach G. O. Sars aus Claus-Grobben, „Lehrbuch der Zoologie".

In der Tiefsee finden sich wunderschöne Spaltfüßer aus den Familien der Lophogastridae und Euphausiidae. Zu den ersteren gehört z. B. die 14 cm lange Gnathophausia gigas *Will.-Suhm* aus den Tiefen des Nordatlantischen Ozeans und der Südsee. Der von Willemoes-Suhm geschaffene Gattungsname Gnathophausia soll an eine am Grunde des zweiten Unterkieferpaares gelegene, lebhaft gefärbte Auftreibung erinnern. Anfänglich

wurde sie als Nebenaugen gedeutet, doch konnten spätere Beobachter in diesen Organen keine augenähnlichen Bildungen sehen; man erkannte vielmehr in ihnen Leuchtdrüsen, die ein prächtig und stark phosphoreszierendes Sekret in langen Fäden ausscheiden. Die auch schon in mittleren Tiefen zu fischenden, weitverbreiteten Arten Euphausia splendens *Dana* und E. pellucida *Dana* tragen perlenförmige Leuchtorgane an den Körperseiten, die wundervoll bläulichweiß leuchten und vermutlich Beutetiere anlocken, vielleicht auch der gegenseitigen Arterkennung dienen, wie ja ähnliches auch bei Tiefseefischen wahrscheinlich ist.

Vierte Unterordnung: **Maulfüßer (Stomatopoda).**

Die aus über 50 Arten bestehende Unterordnung der Maulfüßer (Stomatopoda), die auch als eigene Legion herausgenommen werden, steht in der Ausbildung des Kopfbrustschildes hinter



Gemeiner Heuschreckenkrebs, Squilla mantis *Latr.* Natürliche Größe.

den Schizopoden zurück, denn dieses ist kurz und läßt mindestens die drei letzten Brustsegmente vollkommen frei. Nur diese drei letzten Brustringel tragen Schwimmfüße, während alle fünf vorhergehenden mit Kieferfüßen ausgerüstet sind, — ein Reichtum, dem die Gruppe ihren Namen verdankt. Das zweite Kieferfußpaar ist ganz besonders mächtig entwickelt, alle aber sind nach Art der sogenannten „Raubfüße“ — ähnlich denen der Gespenstheuschrecken — gebaut, d. h. ihr letztes, säbelartig gekrümmtes und mit scharfen Spitzen bewehrtes Glied kann wie die Klinge eines Taschenmessers in eine Rinne des vorletzten Gliedes eingeschlagen werden. Mit diesen scharfen Waffen bringen die Maulfüßer schwere Schnittwunden hervor und zerfetzen damit ihre Beute, selbst Fische. Der große Hinterleib ist das eigentliche Bewegungs- und Ruderwerkzeug und endigt mit einer breiten Schwanzflosse. Das Brustschild trägt vorn eine bewegliche Rostralplatte.

Der Gemeine Heuschreckenkrebs, Squilla mantis *Latr.*, des Mittelmeeres wird bis 18 cm lang und kommt als ausgiebig und wohlschmeckend auf den Markt. Er gehört nicht zu den lebhafteren Mitgliedern seiner Klasse, wenigstens nicht in der Gefangenschaft. Die sehr gelenkigen Hilfskiefer benutzt er oft zum Putzen und Reinigen der verschiedenen Körperteile und kann damit selbst die Oberfläche des Schwanzes erreichen.

Eine kleinere, 10 cm lange Art, Squilla desmaresti *Risso*, findet sich außer im Mittelmeer auch im Atlantischen Ozean und im Kanal. Die Tiere liegen gewöhnlich völlig zwischen Steinen und Tangen versteckt, so daß man im Aquarium bequem beobachten kann, wie äußerst geschickt und mannigfaltig sie die das Maul umgebenden Gliedmaßen gebrauchen. Fortwährend putzen sie sich, ziehen die Fühlhörner durch die eingeschlagenen Fußglieder und langen mit dem einen oder anderen Bein auf den Rücken, um sich an einer, wie man meinte, unerreichbaren Stelle zu kratzen.

Die Eierpakete werden von den Stomatopoden namentlich zwischen den Maulfüßen getragen. Die aus den Eiern ausschlüpfenden jungen Tiere durchlaufen in ihrer Entwickelung zunächst zwei „vorpelagische" Stadien, während welcher sie am Meeresboden leben, dann erst werden sie pelagisch oder planktonisch. Demgemäß sammeln sich, laut Giesbrecht, eben ausgeschlüpfte Larven des Gemeinen Heuschreckenkrebses über dem Boden des Versuchsgefäßes an der Dunkelseite an; erst im Laufe des zweiten Stadiums, wo das Ausschwärmen im Freileben beginnen würde, gehen einige an die Lichtseite, und im ersten pelagischen Stadium wird der Höchstgrad der „Lichtliebe", die die Tiere vom Grunde weg ins freie Wasser zu führen vermag, erreicht.

Fünfte Unterordnung: Zehnfüßer (Decapoda).

Die Unterordnung der Zehnfüßer (Decapoda), die bei weitem die Mehrzahl der Arten, nämlich über 2000, umfaßt, ist, wie ihr Name sagt, dadurch gekennzeichnet, daß von den acht Gliedmaßenpaaren des Brustabschnittes fünf als Schreitbeine entwickelt sind, während die drei vorderen als Hilfskiefer an den Geschäften der Nahrungsaufnahme teilnehmen. Die Schale bedeckt Kopf und Thorax und ist mit letzterem am Rücken fest verwachsen. Ihre frei abstehenden Seitenflügel aber bilden beiderseits des Brustabschnittes hohle, bis auf knappe Spalten geschlossene Räume, die als Atemhöhlen dienen. Von jeder der Brustgliedmaßen ragt eine büschelige oder blätterige Kieme in diesen Raum hinein. Besondere Platten am zweiten Unterkieferpaar unterhalten durch schwingende Bewegung den nötigen Wasserstrom.

Das gegenseitige Verhältnis der die Unterordnung zusammensetzenden Gruppen spitzt sich zum Gegensatze von schwimmenden und laufenden Tieren zu. Die zehnfüßigen Kruster werden um so behender und zum Laufen und Klettern geschickter, je kürzer und leichter der Hinterleib, der sogenannte „Schwanz", wird. Er dient bekanntlich dem Flußkrebs, den Hummern und Langusten als kräftiges Ruder. Für die Laufbewegung ist aber dieser Anhang störend, und besonders wäre er es dann, wenn das Tier ihn, als Landbewohner, über den Boden zu schleppen hätte. Es folgt daraus von selbst, daß diejenigen Krebse sich am geschicktesten gehend bewegen werden, die von jenem Anhängsel nicht behindert sind. Mit der Verkümmerung oder geringen Ausbildung des Nachleibes ist daher die wichtigste Bedingung zu einer solchen veränderten Lebensweise gegeben, und deshalb bilden die „Langschwänze" und die „Kurzschwänze oder Krabben" zwei natürliche Unterabteilungen der zehnfüßigen Kruster, zwischen die sich, wie oftmals in dem System der Tierwelt, eine vermittelnde, man möchte sagen charakterlose Gruppe einschiebt.

Erste Gruppe: Langschwänze (Macrura).

Bei den Langschwänzen (Macrura) unter den Zehnfüßern ist der Hinterleib stark entwickelt, so lang oder länger als das Kopfbruststück, und an den ersten sechs Ringen mit paarigen Gliedmaßen versehen. Die des sechsten Segmentes bilden zusammen mit dem „Telson“, auch „Schwanzklappe“ genannt, eine breite Schwanzflosse oder den „Schwanzfächer“.



Felsengarnele, Palaemon serratus *Penn.* (oben), und Sandgarnele, Crangon vulgaris *F.* (unten). Natürliche Größe. (Zu S. 676 und 677.)

Die artenreichste Familie unter den langschwänzigen Zehnfüßern ist die der Garnelen (Carididae), von der allein aus den europäischen Meeren gegen 90 Arten beschrieben worden sind. Ihre hornartigen, biegsamen Körperbedeckungen, der seitlich zusammengedrückte Körper, die große Schuppe, die den Stiel der äußeren Fühler überragt, dabei eine meist außerordentlich zarte und schöne Färbung einzelner Teile, während andere fast so durchsichtig wie Glas sind, ihre große Behendigkeit im Rückwärts- und Vorwärtsschwimmen — jenes mit Hilfe der Schwanzflosse, dieses durch rudernde Bewegungen der Hinterleibsfüße — machen die meisten Glieder dieser Gruppe leicht kenntlich. Die beiden vorderen Brustbeinpaare haben Scheren.

Die sandigen, flachen Küstenstrecken, besonders der Nordsee und des britischen Seegebietes,

werden von unzählbaren Scharen der Gemeinen Garnele, Sandgarnele, Garnat, Granat, Porre, Shrimp der Engländer, Crevette der Franzosen, Crangon vulgaris *F.* (s. die beigeheftete Tafel „Krebstiere II“, 3 und 4), bevölkert. Ausgezeichnet ist sie durch den fast ganz glatten Körper. Nur auf dem Kopfbrustschild finden sich drei Stacheln. Eine lebendige Schilderung des Fanges der Tierchen, die uns auch mit seinen Eigentümlichkeiten näher vertraut macht, hat Gosse gegeben: „Laßt uns sehen, womit jener Fischer so eifrig beschäftigt ist, und was das Pferd tut, das er bis bauchtief in die See hinein und zurückgehen läßt, als sollte der Sand gepflügt werden... Das Pferd zieht ein Netz hinter sich her, dessen Mündung über einen länglichen, eisernen Rahmen gespannt ist. Nach hinten läuft das Netz spitz zu, ist aber nicht zugestrickt, sondern bloß mit einer Schnur zugebunden. Der Eisenrahmen hält die Netzmündung offen und kratzt den Seeboden ab, während das Pferd, mit dessen Geschirr es durch eine Leine verbunden ist, vorwärts geht. Das Pferd, das im leichten Sande und 1 m tief im Wasser waten und den schweren Apparat nach sich ziehen muß, hat schwere Arbeit und kommt offenbar gern aufs Trockene, wo es, sobald das Schleppnetz am Ufer, angehalten wird. Nachdem der Fischer ein Tuch auf dem Sande ausgebreitet, bindet er die Schnur auf und schüttelt das Gewimmel auf das Tuch. Für eine kleine Münze dürfen wir uns allen Wegwurf auflesen, nämlich alles, was nicht Garnele ist. Letztere sind sehr schön. Bell gibt ihre Länge auf 6 cm an, von diesen hier ist die Mehrzahl länger als 8 cm. Die meisten sind Weibchen, die ihre Eier zwischen den Afterfüßen des Hinterleibes tragen. Das Tier ist weniger zierlich als manche anderen Garnelen. Seine Farbe ist ein blasses, ins Grün spielendes Braun; untersucht man es aber genau, so findet man eine Anhäufung von schwarzen, graubraunen und orangenen Flecken, von denen bei starker Vergrößerung viele sternförmig erscheinen.

„Sehr lustig ist es, zu sehen, wie schnell und gewandt die Garnele sich im Sande einrichtet. Wenn das Wasser 1 oder 2 Zoll tief ist, läßt sich das Tier ruhig zu Boden fallen. Dann sieht man auf einen Augenblick, wie eine kleine Staubwolke sich auf beiden Seiten erhebt, und der Körper sinkt so tief ein, bis sein Rücken fast in einer Ebene mit dem ihn umgebenden Sande liegt. Nun wird der Nutzen der eigentümlichen Färbung offenbar: die dicht beieinander stehenden Flecken in verschiedenen Tinten von Braun, Grau und Rot gleichen den Farben des Sandes so vollkommen, daß man die Garnele, die man noch eben sich hat vergraben sehen, im nächsten Augenblicke nicht mehr unterscheiden kann. Nur die an der Spitze des Kopfes, wie die Dachstubenfenster auf den holländischen Häusern, angebrachten Augen stehen wie ein paar Wachtposten leuchtend hervor, und so liegt das Tier ruhig und vor den meisten Feinden sicher, wenn nicht die eiserne Lippe des Schleppnetzes den Sand aufrührt und die armen Garnelen aufstört und in die Mündung des Netzes treibt.“

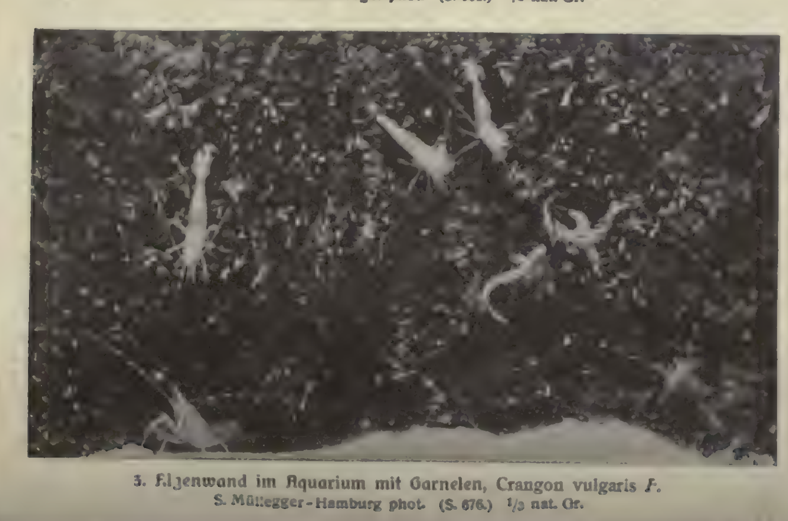
Ähnlich wie der Fang der Garnelen an der englischen und belgischen Küste ist er auch anderwärts, nur daß in der Regel die Fischer ihn nicht mit Hilfe eines Rosses betreiben können, sondern ihre kleineren, über eiserne oder hölzerne Rahmen gespannten Dredschen selbst schieben oder ziehen oder vom Segelboot aus mit ihnen fischen. Denn bei uns liegen die Fangplätze meist so weit vom Lande entfernt, daß man sie mit Kähnen aufsuchen muß. Auch fängt man Garnelen in mausefallähnlichen Körben mit Lockspeisen. Der friesische Wattfischer sucht die aufgestellten Fallen mit Wattschlitten auf, eine mühsame Tätigkeit, die uns Ehrenbaum aus eigener, an der Emsmündung gewonnener Anschauung schildert. Die Wattschlitten sind „in der Regel bei einer Breite von 40 cm etwa 2 m lang und heißen ‚Kraier‘. Beim Fahren ruht das eine Knie auf dem Hinterrande des Gefährtes, welches mit dem anderen Fuß kräftig im Schlick fortgestoßen wird. Diese ganz flachen kleinen Fahrzeuge dienen zur Aufnahme des



1. Hummer, Homarus vulgaris *M.-E.*, in seiner Felsenhöhle lauernd.
Prof. W. Köhler-Tegel phot. (S. 681.) 1/3 nat. Gr.



2. Galathea strigosa *L.* Prof. Dr. F. Doflein-Freiburg phot.
(S. 691.) Nat. Gr.



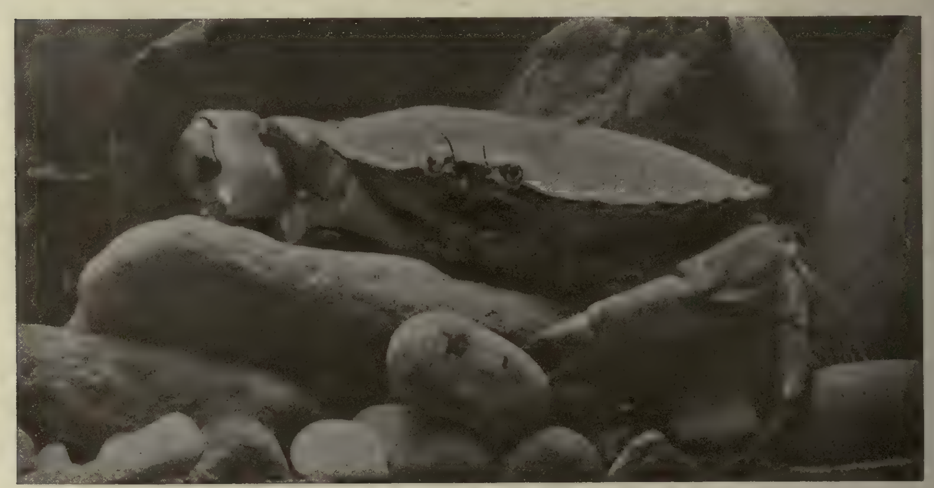
3. Felsenwand im Aquarium mit Garnelen, Crangon vulgaris *F.*
S. Müllegger-Hamburg phot. (S. 676.) 1/3 nat. Gr.



4. Sandgarnele, Crangon vulgaris *F.*, auf Sandboden schwer sichtbar.
C. O. Bartels-Kiel phot. (S. 676.) 2/3 nat. Gr.



5. Einsiedlerkrebs, Pagurus striatus *Latr.*, mit der Aktinie Adamsia parasitica. S. Müllegger-Hamburg phot. (S. 690.) 1/2 nat. Gr.



6. Großer Taschenkrebs, Cancer pagurus *L.* Prof. W. Köhler-Tegel phot. (S. 698.) Nat. Gr.



7. Bernhardinerkrebse, Eupagurus bernardus *L.* (S. 690), dazwischen zwei Eßbare Seeigel, Echinus esculentus *L.* (S. 367), links oben ein Sonnenstern, Solaster papposus *Fabr.* (S. 377). Prof. W. Köhler-Tegel phot. 1/2 nat. Gr.

Fanges, welcher nicht selten das Gewicht von einigen Zentnern erreicht. Der Umstand, daß fast immer dieselben Fahrstraßen benutzt werden, erleichtert das Auffinden des richtigen Weges. Auch Buschbaken, die hier und da aufgepflanzt sind, dienen zur Orientierung auf der unabsehbaren ebenen Fläche des Watts. Des Nachts leuchtet bei leidlichem Wetter das Feuer der Knock von dem rechten Emsufer herüber. Bei der Rückfahrt indessen und bei sehr dunklem und nebeligem Wetter ist der zeitweilig wehende Wind das einzige Mittel zur Orientierung für die Fischer. Während der Zeit des Fanges, d. h. von der zweiten Hälfte des März bis tief in den November hinein, darf sich der Wattfischer nur wenig Ruhe gönnen. Zu jeder Tages- und Nachtstunde muß er je nach der Lage der Tiden bereit sein, zu den Körben zu fahren, gleichviel welches Wetter ihn bedroht, und zwar jedesmal mit Eintritt des niedrigen Wasserstandes, also zweimal in je 24 Stunden. Nur bei starken Nordweststürmen, welche das Ebbewasser aus dem Dollart nicht ablaufen lassen, müssen die Leute im Hause bleiben, da sie dann überhaupt nicht zu ihren Körben gelangen können. Erst mit dem Winter kommt eine Zeit der Ruhe. Doch müssen dann alle Geräte, nachdem sie von draußen hereingebracht sind, ausgebessert und die schlechten durch neue Geflechte ersetzt werden."

Ehrenbaum hat übrigens festgestellt, daß der Dollart und die ihm an Salzgehalt ähnlichen brackigen Wattengebiete doch nicht die Geburtsstätten der Garnelen sind, sondern die Entwickelung der Eier bis zum Ausschlüpfen der Jungen erfolgt stets näher der offenen See, in Salzwasser von 2—2½ Prozent: ein Salzbedürfnis der Jugendstadien, ähnlich wie bei Scholle, Flunder und Aal; nur die erwachsenen Tiere betätigen in verschiedenem Grade Anpassungsvermögen an süßeres Wasser, die Jugendstadien verleugnen ihre Herkunft nicht, wie das auch für Landkrabben schon auf S. 630 als ein Fall des biogenetischen Grundgesetzes erwähnt wurde.

Auch die Felsengarnele oder Sägegarnele, Palaemon serratus *Penn.* (s. die Abbildung, S. 675), kommt so massenhaft besonders an der französischen Nordküste als Crevette, Celicoque, Bouquet und weiter östlich gegen das Deutsche Meer zu vor, daß sie dort wie auch im Mittelmeer zu einem ergiebigen Nahrungsmittel wird. Sie und manche anderen Garnelen, von denen die Steingarnele, Leander squilla *L.* (Palaemon), im Mittelmeer die häufigste ist, werden beim Kochen rot, während die meisten Garnelen wie auch der gemeine Crangon durch die Zubereitung farblos werden. Leander adspersus *Rtk.* (Palaemon fabricii) ist die verhältnismäßig kleine Ostseegarnele, die unter dem Namen „Ostseekrabbe" auf den Markt kommt, doch auch in den Nordseewatten häufig ist.

Das Treiben der Garnelen ist nur im Aquarium zu beobachten. Im Meere bemerkt man die meisten Arten kaum wegen ihrer Durchsichtigkeit, von anderen sieht man nur gelegentlich einmal ein Stück schwimmen und bei der geringsten Beunruhigung eiligst flüchten. Anders in der Gefangenschaft, wo sie jahrelang aushalten und der Fütterung gegenüber vertraut werden. Sie sind äußerst munter, indem sie sich entweder putzen oder mit der Schere oder den Hilfskiefern Futter abkneipen. Gesellig miteinander umherziehend, machen sie sich oft die Bissen streitig, jedoch ohne sich in so erbitterte Kämpfe einzulassen wie die eigensinnigen Eremitenkrebse und andere.

Erstaunlich ist das Farbenänderungs- und -anpassungsvermögen mancher Garnelen. Den höchsten Grad erreicht darin der an Gestalt gleichsam buckelige Virbius varians *Leach* (Hippolyte, Fusulus) der europäischen Küsten. Die Tiere, die auch in der Nordsee vorkommen, in der Ostsee aber schon fehlen, sind Bewohner der Algenrasen und können grün, rot, braun, braungrün, rotweiß, braunweiß, kurz jederzeit so aussehen wie die Algenstreifen, auf denen sie gerade sitzen. Nach Doflein kann man infolgedessen leicht solche Tiere mit Algen unbemerkt sammeln

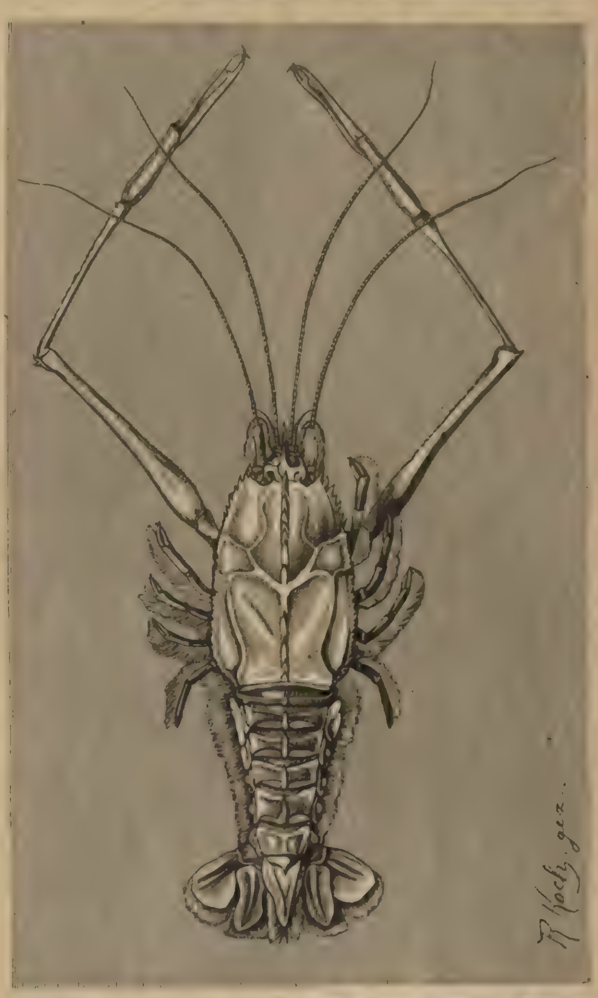
und wird ihrer erst nach Durcheinanderschütteln des Glasgefäßes gewahr, wenn jeder Krebs dabei auf eine neue Unterlage kommt und dann durch seine Farben erheblich von den Pflanzen absticht. Zur Nachtzeit aber kleiden sich alle Stücke in eine gleichmäßig blaue Uniform, was mit dem Stoffwechsel zusammenhängt und auf eine Wiederherstellung der tagsüber verbrauchten Stoffe während der Nachtruhe hindeutet. Den Leander xiphias *Risso* (Palaemon) fand Doflein bei Monaco gewöhnlich dunkelgrün, seltener braungelb, rot aber nach vierwöchigem Aufenthalt im Dunkeln und blau nach dreitägigem Dunkelaufenthalt in eisgekühltem Wasser.

Von den meerbewohnenden Garnelen wäre, mit Übergehung zahlreicher anderer, wegen seiner eigentümlichen Lebensweise der Muschelfreund, Pontonia tyrrhena *Risso*, hervorzuheben. Dieser im Adriatischen und Mittelmeer recht häufige Krebs lebt für gewöhnlich parasitisch in der großen Steckmuschel; er birgt sich jedoch auch nicht selten in Schwämmen. Ein fast ausschließlich in diesen sich aufhaltendes Tier ist Typton spongicola *Costa*. Die Scheren des zweiten Fußpaares sind sehr entwickelt, und immer erreicht die eine, mehr als die andere vergrößerte fast zwei Drittel der ganzen Körperlänge. Die Farbe ist lichtbräunlich, und die geschlechtsreifen Weibchen zeichnen sich durch eine mennig- oder fast korallenrote Farbe des großen Hinterleibes aus. Wenn die kleinen, kaum 2½ cm langen Wesen, denen die große, keulenartige Schere sehr wunderlich steht, in Furcht gesetzt oder beunruhigt werden, bringen sie durch Aneinanderschlagen der Scherenglieder genau den schnalzenden Ton hervor, der entsteht, wenn man den Zeigefinger vom Daumen auf den Ballen ausgleiten läßt.

Manche Garnelen haben sich ans Süßwasser angepaßt. Eine in dieser Hinsicht besonders interessante europäische Art, Palaemonetes varians *Leach*, wurde schon S. 632 besprochen. Dort wurden auch bereits brasilische Flußgarnelen erwähnt; solche gibt es ferner in Argentinien und Uruguay; in Chile und Peru lebt eine bis 20 cm lange Art. Während bei Meeresarten unter Umständen die Weibchen viele Tausende von Eiern mit sich herumtragen, zählte Fritz Müller bei einer Süßwasserart nur 8—29 von entsprechend erheblicherer Größe. Einige südamerikanische Süßwasserarten werden gegessen, zahlreichere natürlich aus dem Meere, wo sie auch dort so gut wie anderswo vertreten sind. Vereinzelte Arten können im Süß-, Brack- und Salzwasser leben, sind also, wie man sagt, euryhalin. Es ist bemerkenswert, daß mehrere südamerikanische Palaemon-Süßwasserarten auch in Westafrika vorkommen, während Ostafrika ganz andere Arten beherbergt, eine von den Erscheinungen, die den Gedanken an eine ehemalige Landverbindung der beiden jetzt getrennten Erdteile nahelegt. — Die in den Tropen der ganzen Welt verbreitete Familie der Atyidae enthält fast nur Süßwasserarten von 1—2 cm Länge.

Einer nahe verwandten Familie, den Geißelgarnelen (Penaeidae), bei denen der dritte Brustfuß stets eine Schere trägt, ist der Leuchtkrebs, Lucifer typus *Thomps.*, des Atlantischen Ozeans und des Mittelmeeres einzureihen; er ist stabförmig gestreckt, trägt die Augen auf langen, vorgestreckten Stielen und ist, wie der Name sagt, durch Leuchtvermögen ausgezeichnet. Nach den Beobachtungen von Brookes leben die Tiere am Tage an untiefen Stellen der Küste in geringer Tiefe, begeben sich aber mit Sonnenuntergang hinaus auf das offene Meer, wo später auch die Eier abgelegt werden. Die Verwandlung erfolgt langsam, und manche noch nicht voll entwickelten Larven sind als Arten beschrieben worden. Zu den Geißelgarnelen gehören auch allerlei hochinteressante Tiefseebewohner. Prächtig rot gefärbt oder rot und weiß gestreift ist die Schlankfüßige Haargarnele, Nematocarcinus gracilipes *M.-E.* Ihre Brustbeine sind ganz abenteuerlich verlängert und laufen in Büschel von Tasthaaren aus. Die Krebse müssen also über ein sehr feines Tastvermögen verfügen. Daneben sind auch die Fühler sehr stark entwickelt, sie erreichen das Drei- bis Fünffache der Körperlänge. Die Vergrößerung der

Antennen zeigen übrigens auch andere Tiefseegarnelen. So fing Chun im Mittelmeere zwischen 800 und 1200 m Tiefe einen Sergestes arcticus *Kr.*, der eine Körperlänge von 38 mm hatte, dessen Fühler aber 115 mm maßen und noch dazu mit seitlichen Fädchen besetzt waren, die ihrerseits wieder Gefühlsborsten trugen. Sehr merkwürdig sind teilweise auch die Larven der Tiefseegarnelen. Einem der abenteuerlichsten dieser Geschöpfe hat man den Namen Elaphocaris gegeben, was vielleicht „Hirschgeweih" heißen soll. Alle diese jugendlichen Wesen sind ausgestattet mit seltsamen Dornen, die meist als Schweborgane dienen, mit einem oft großartig entwickelten System von Sinnesborsten und meist mit ansehnlichen Augen. Sie leben pelagisch.



Willemoesia leptodactyla *Will.-Suhm.* Natürliche Größe.

Macrura natantia, Schwimmende Langschwänze, nennt man die bisher erwähnten Familien gegenüber den schon schwerfälligeren Kriechenden Langschwänzen, den Macrura reptantia.

Eins der vielen schönen Ergebnisse der Challenger-Expedition auf dem Gebiete der Kruster war die Auffindung der mit langen, aber dünnen Scherenbeinen und kleinen Scheren ausgestatteten Willemoesia leptodactyla *Will.-Suhm*, die eine Körperlänge von 120, aber eine Scherenfußlänge von 155 mm hat, aus der Familie der Eryonidae. Die Augen sind rudimentär, in noch höherem Grade bei anderen Arten, wo gelegentlich nicht bloß Augen, sondern jede Spur der zu ihrer Aufnahme bestimmten Stellen fehlen. Interessant ist es aber, daß die im Ei befindlichen Embryonen noch wohlentwickelte Augen nach dem gewöhnlichen Krustazeen-Typus haben. Das steht nicht vereinzelt da: auch eine blinde Garnele der Krainer Höhlen, Troglocaris schmidti *Dorm.*, hat im fötalen Zustande deutliche Augen.

Die Familie der Panzer- oder Ritterkrebse (Loricata) zeichnet sich durch sehr harte Körperbedeckungen und sehr großen Nachleib aus. Alle fünf Beinpaare endigen ohne Scheren, nur mit einem klauenförmigen Gliede. Die Gemeine Languste oder der Stachelhummer, Palinurus vulgaris *Latr.*, mit äußeren Fühlern, die den Körper an Länge übertreffen und dicke, stachelige Stielglieder und eine lange Geißel haben, kommt am häufigsten im Mittelmeer

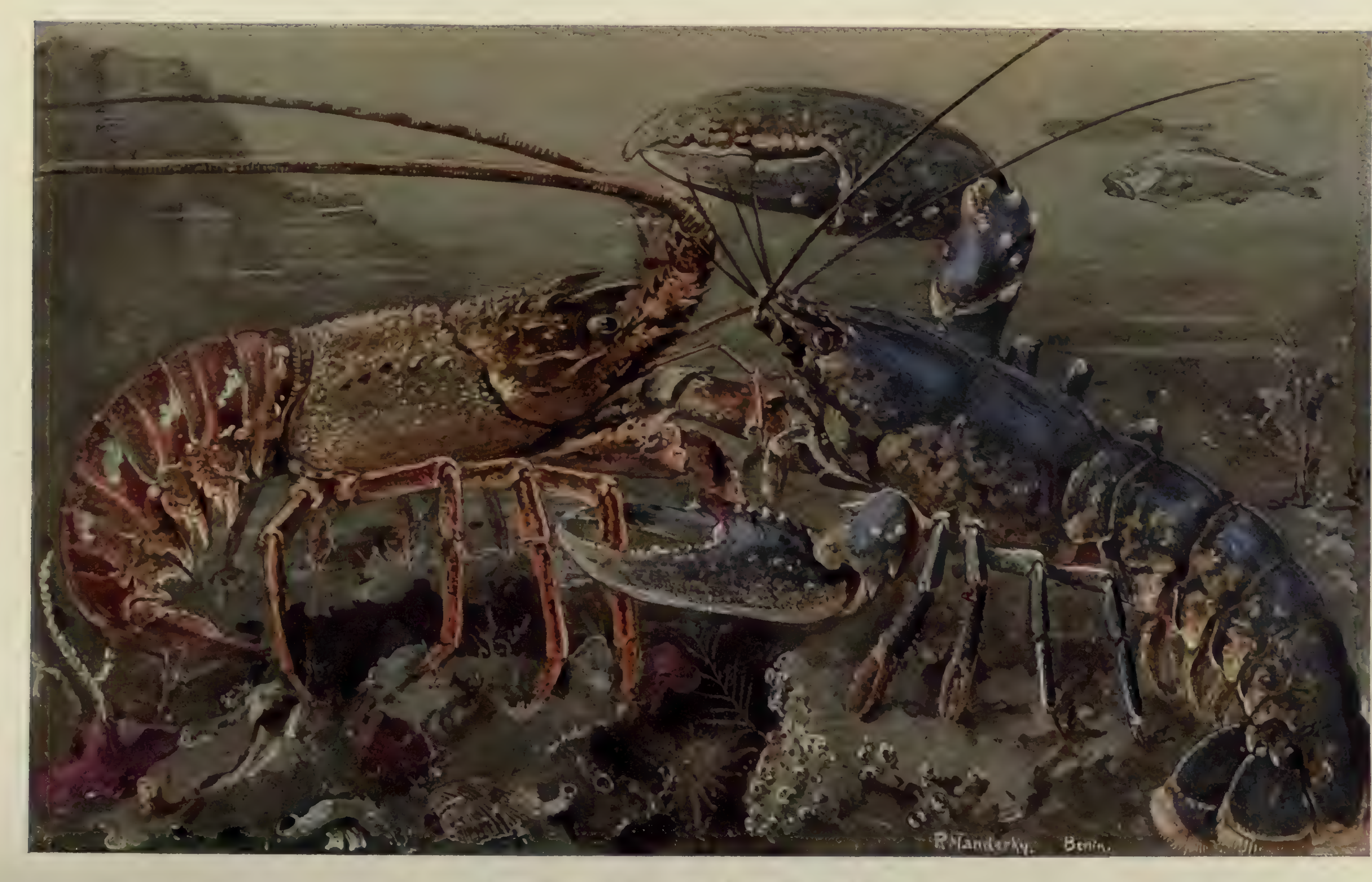
vor, jedoch auch an den West- und Südküsten von Irland und England in solchen Mengen, daß sie ein guter Artikel des Londoner Marktes ist. Der Vorderrand des Kopfbruststückes ist mit zwei starken Stacheln ausgerüstet, und auf der Oberfläche trägt dieser Körperteil einen dichten Stachelbesatz, während der Nachleib glatt ist. Die Languste wird 40 cm lang und hat lebhaft rötlich-violette Farbe, die schnell in ein intensives Blau übergeht, wenn man den frischgefangenen Krebs dem Sonnenlicht unmittelbar aussetzt, während, wenn man das Hautskelett im Schatten trocknen läßt, die natürliche Farbe sich ziemlich gut hält. Die in einzelnen Riesenexemplaren 6—8 kg schwer werdende Art ist im Mittelmeer viel häufiger als der Hummer und daher für die Tafelfreuden der Südländer der gewöhnliche Stellvertreter des mehr dem atlantischen und Nordseegebiet angehörigen Hummers. Sie bewohnt felsigen, rauhen, mit Seepflanzen bewachsenen Grund von sehr verschiedener Tiefe, ähnelt also hierin dem Hummer, ist aber geselliger und lebhafter, klettert gewandt an den Felswänden umher und frißt besonders Muscheln, die sie mit den kräftigen Klauen der Vorderbeine zerbricht. Man fängt sie auf zweierlei Art. Ein weitmaschiges Stellnetz in Form einer über 1 m hohen, über 31 m langen Wand wird auf den Meeresboden versenkt und muß über Nacht stehenbleiben. Die in der Dunkelheit daran stoßenden Fische und großen Krebse suchen sich durch die Maschen zu zwängen, die Langusten versuchen mit ihren ungeschickten Beinen darüber zu steigen und verwickeln sich bei diesem Beginnen. Zeitig am Morgen muß das Netz gehoben werden, da sonst die Gefangenen von den Raubfischen und Delphinen verspeist werden. Ungleich anziehender ist das Fischen mit dem Schleppnetz und der dabei unterlaufende Fang der Languste, zumal nachts bei Feuerschein.



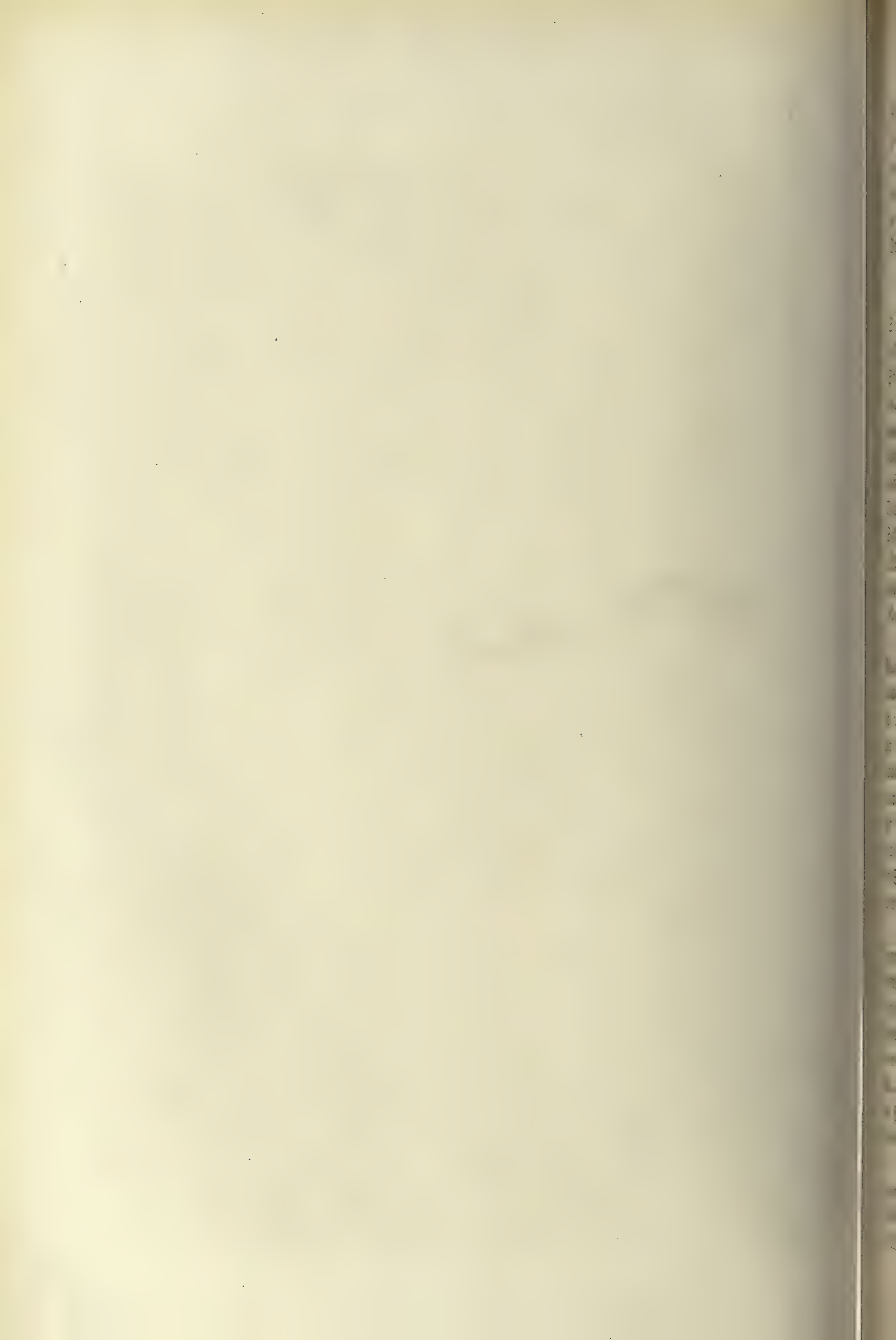
Langustenlarve. Natürliche Größe.

Man findet die Langusten jetzt oft in den größeren Aquarien, wo sie vortrefflich aushalten, in Gesellschaft von Hummern und Taschenkrebsen. An den gefangenen Tieren bemerkte man, daß sie Töne von sich geben, und zwar geschah dies nur dann, wenn sie mit ihren großen Fühlhörnern starke Bewegungen machten, z. B. wenn sie diese gebrauchten, um Angriffe ihrer Kameraden beim Fressen abzuweisen. Die Töne sollen dem Knarren ähnlich sein, das entsteht, wenn man das Oberleder eines Stiefels gegen ein Stuhl- oder Tischbein drückt. Das Instrument, mit dem die Töne erzeugt werden, ist eine runde Platte, die an dem untersten der beweglichen Glieder ihrer äußeren Fühler sitzt, und zwar oben an deren innerer Seite. Das Knarren entsteht, indem ein behaartes Feld der Platte über die glatte Fläche des festen Ringes gleitet, mit dem das erste bewegliche Fühlerglied verbunden ist.

Die blattförmigen, wundervoll durchsichtigen, pelagischen Larven der Langusten wurden früher als „Blattkrebse" unter dem Namen Phyllosoma beschrieben. Sie sind auch der folgenden Gattung eigen.



Languste und Hummer, dreimal verkleinert.



Den die atlantische Küste Europas und das Mittelmeer bewohnenden Bärenkrebs, Scyllarus arctus *F.* (Arctus ursus; s. die Tafel „Krebstiere III“, 6, bei S. 698), kennzeichnen die kurzen, auf dem Rücken entspringenden Augenstiele, die blattartigen, der Geißel entbehrenden äußeren Fühler und das breite, flache, viereckige Kopfbruststück. Der Bärenkrebs ist ein ziemlich häufiges Tier und wird über 30 cm lang. Der überaus plumpe, platte Krebs lebt in Felswinkeln und ist gewöhnlich so mit Schlamm und Algen bedeckt, daß er meist für einen Stein gehalten wird. Er verteidigt sich mit seinen schaufelartig umgebildeten zweiten Antennen.

Die Familie, zu der unser Flußkrebs und seine nächsten Verwandten gehören, kann man Scheren- oder Panzerkrebse (Astacidae) nennen. Wir erkennen sie an dem seitlich etwas zusammengedrückten Kopfbruststück, das, so wie der Nachleib, sich mit einem gewöhnlich recht festen Skelett umgibt. Das erste Fußpaar trägt stets große Scheren, kleinere finden sich am zweiten und dritten Fußpaar. Die großen Scheren des ersten Beinpaares sind bei vielen Formen, ganz ausgesprochen z. B. bei dem Hummer, in Größe sowohl als in Gestalt auffällig verschieden. Diese Scherenungleichheit beruht nicht etwa, wie man zunächst vermuten könnte, auf Regeneration (vgl. S. 633), sondern wird durch den verschiedenartigen Gebrauch bedingt. Die eine Schere, bald ist es die rechte, bald die linke, ist schlanker gebaut und auf ihren Schneiden mit regelmäßigen Zähnchen und dicht mit Sinneshaaren besetzt. Sie wird als „Zähnchenschere“ und ihrer Aufgabe entsprechend auch als „Spürschere“ bezeichnet. Die andere jedoch ist plumper, auf dem Innenrand mit wenigen, starken Höckern bestanden und dient als „Knoten“- oder „Brechschere“ zum Greifen der Beute und Aufknacken von Muschelschalen.

Der Hummer, Homarus vulgaris *M.-E.* (Astacus marinus), unterscheidet sich vom Flußkrebs nur durch sehr geringfügige Merkmale. So hat er einen schmaleren Stirnfortsatz, und die am Grunde der äußeren Fühler stehende Schuppe, die bei den Flußkrebsen blattförmig ist, ist bei den Hummern schmal und zahnartig. Er wird bis etwa 50 cm lang. Der Hummer der europäischen Meere findet sich von der norwegischen Küste an bis in das Mittelmeer, ist jedoch nicht besonders häufig, während seine eigentliche Heimat die britannischen, vor allem aber die norwegischen Gestade sind. Dort kommt er mit vielen anderen Seetieren vorzugsweise auf der ungeheuren Terrasse oder Bank vor, die sich vor dem Festlande hinzieht, und von der aus ein jäher Absturz in den Ozean erfolgt. Als Felsenbewohner (s. die Tafel „Krebstiere II“, 1, bei S. 676) ist er auf deutschem Gebiete fast nur bei Helgoland zu haben; anderwärts in deutscher Küstennähe gerät nur ganz ausnahmsweise einmal einer in das Netz des Fischers.

Der Hummerfang geschieht fast in der ganzen Welt ungefähr gleichartig, mit Hilfe von Fangkörben, helgoländisch „Tiners“ genannt, die vogelbauerähnlich aussehen, im Wesen etwa Rattenfallen gleichen und namentlich mit zerkleinerten Krabben als Lockfutter gespeist werden. Außerdem verwendet man gelegentlich Netze zum Fang, sogenannte „Glippen“, die nach Art der Krebsteller gebaut sind. Ein eiserner Ring mit einem Köderfisch hält die Mündung des an einer Leine hängenden Netzes ausgespannt, und durch den Ruck beim Emporziehen des Netzes fällt der fressende Krebs in dieses hinein. Die so zahlreich in der Reede von Helgoland liegenden Hummerkästen dienen lediglich zur Aufbewahrung der Hummer, denen man die Scheren zusammenbindet, weil sie sich sonst gegenseitig beschädigen oder auch töten würden.

Es ist nicht richtig, daß man weibliche Hummer daran erkennen könnte, daß sie an der Unterseite des Hinterleibes stets Eier mit sich herumtrügen; dies ist natürlich nur bei geschlechtsreifen Weibchen der Fall (das sind mindestens vier- bis fünfjährige von wenigstens 23 oder in Norwegen 20,5 cm Länge) und auch bei diesen nur während der fast ein volles Jahr

dauernden Inkubationszeit der Eier bis zu ihrem Ausschlüpfen im August; nur ausnahmsweise wird dann sogleich zu einer neuen Eiablage geschritten, viel öfter erst nach einem weiteren Jahr der Ruhe, also alle zwei Jahre.

Die neugeborene Hummerlarve trägt schon Scheren und ist etwa 6—8 cm lang; sie ist ein schmuckes Tierchen von leuchtend blaugrüner Grundfarbe, aus der jedoch auch rote und blaue Farbentöne hervorleuchten. Sie mag zu den Planktontieren gerechnet werden, obschon sie an spezifischem Gewicht schwerer als das Meerwasser und dadurch wohl einigermaßen an den Meeresgrund gebunden ist. In frühen Lebensstadien vollziehen sich oftmalige Häutungen, die später immer seltener werden, wie denn ja das reife Weibchen sich der Eier wegen nicht öfter als alle zwei Jahre einmal häuten kann. Aber schon bei der vierten Häutung sieht das dann 15 bis 16 mm lange Tierchen infolge Verlustes der Schwimmanhänge an den Gehfüßen viel hummerartiger aus als zuvor, ist ganz und gar zum grundbewohnenden Tier geworden, und nunmehr kommt, nach Ehrenbaum, ein Stadium, von dessen natürlicher Lebensweise man noch gar nichts weiß. Die jungen Hummer müssen sich in diesem Zeitabschnitt wohl außerordentlich verborgen halten, denn man kennt sie aus diesem Lebensalter nur aus Zuchtversuchen im Aquarium.

Der Helgolander Hummer erzeugt je nach Größe und Gewicht, welch letzteres, besonders das der Scheren, in späterem Alter viel erheblicher zunimmt als die Körperlänge, etwa 8000 bis 40000 Eier auf einmal. Wie alt er wird, läßt sich genau gar nicht feststellen, wohl 30 Jahre und auch mehr. Der Helgolander Fischer, der einen Fang von 30—40 Stück in 100 Körben als sehr gute Tagesausbeute betrachtet und eine solche im Frühjahr bisweilen zwei Wochen lang hintereinander täglich einheimsen kann, schont den Hummer von Mitte Juli bis Mitte September, außerdem sorgt die Natur für die Erhaltung des Hummers durch die Winterkälte, die ihn träge macht, so daß er dem Köder nicht nachgeht, und durch die Stürme dieser Jahreszeit und des Herbstes, die natürlich das saure Gewerbe des Hummerfischers sehr erschweren und manchesmal sogar die schon durch die Schiffahrt gefährdeten Hummerkörbe zertrümmern oder zerschlagen. Übrigens halten sich die eiertragenden Weibchen ziemlich verborgen, und die Jungen schlüpfen nicht auf einmal, sondern nach und nach aus, so daß sie nie große Schwärme bilden, die Feinde anlocken könnten.

Im Aquarium sind außer den schon erwähnten jungen Hummern auch die alten anziehende Schauobjekte, schon durch ihr Äußeres, denn fast jeder Hummer trägt auf seinem Panzer eine beträchtliche Anzahl tierischer und pflanzlicher Gewächse, die sich ihm im Laufe der Zeit als harmlose Raumparasiten angesetzt haben und ihm das ehrwürdige Ansehen eines „bemoosten Hauptes“ geben. Mit erstaunlicher Schnelligkeit vermag der Hummer zu fressen, z. B. einen großen Fisch zu erfassen, ihn durch rastlose Arbeit der Kauwerkzeuge zu zerschaben und jedes Stückchen, ausgenommen ganz geringe Abfälle, in seinen Schlund zu befördern.

Beim Nordamerikanischen Hummer, Homarus americanus *M.-E.*, findet die Vermehrung je nach der Lage der Küsten zwischen April und September statt, und die Weibchen scheinen sich zu diesem Zwecke auf seichteren Grund zu begeben. Die Jungen schwimmen nicht nur unmittelbar nach dem Auskriechen frei umher, auf der Stufe, wo ihre Beine gespalten sind und große Ähnlichkeit mit denjenigen der spaltfüßigen Krebse oder Schizopoden haben, sondern auch dann noch, wenn sie schon mehr das Aussehen der Alten und eine Länge von 2 cm erreicht haben. Da sie wehrlos sind, werden ihre Reihen wohl von den ihnen folgenden Fischen außerordentlich gelichtet. Der Verbrauch des Hummers in Nordamerika übersteigt weit den europäischen: in Boston allein werden jährlich etwa eine Million verkauft. Die Gefangenen wehren sich verzweifelt und haben namentlich die Gewohnheit, sich mit einer Schere

an dem Korbe festzuhalten. Wollte man sie gewaltsam abreißen, dann würden sie lieber die Schere verloren geben, wodurch sie natürlich für den Verkauf minderwertig würden. Die Fischer verfahren daher anders. Sie pressen mit der einen Hand die freie Schere des Gefangenen zusammen und zwicken ihn mit der anderen in einen seiner Fühler. Hier ist er sehr empfindlich und läßt sofort die angeklemmte Schere los, um sich damit zur Wehr zu setzen.



Schlanker Hummer, Nephrops norvegicus *L.* 2/3 natürlicher Größe.

Kleiner als der Hummer, nämlich selten über 30 cm lang, aber viel köstlicher für unseren Gaumen ist der schon im lebenden Zustande lachsrote Schlanke Hummer, Nephrops norvegicus *L.*, der, wie der lateinische Name besagt, vor allem an der norwegischen Küste lebt. Da er aber auch schon in der nördlichen Nordsee stellenweise in größerer Zahl gefangen wird, wurde er mit Emporkommen der deutschen Hochseefischerei auch zu einem ständigen Artikel auf den deutschen Seefischmärkten, wo er Kaisergranat heißt. Selbst auf Norderney oder Juist findet man gelegentlich eine angespülte Schale am Strande, und auch im Mittelmeer kommt diese Krebsart überall, wenngleich nicht häufig, vor.

Der Gemeine Flußkrebs oder Edelkrebs, Potamobius astacus *L.* (Astacus fluviatilis, nobilis; Abb., S. 684), erreicht eine Größe von 14, in seltenen Fällen von 16 cm. Die

Weibchen bleiben stets 1—2 cm kleiner als die Männchen derselben Gewässer und haben oft schwächere Scheren. Er kommt in Deutschland, Dänemark, Südschweden, Frankreich, Italien und in den Stromgebieten des Finnischen und Weißen Meeres vor. Nur diese Art liefert gute Tafelkrebse. Der kleinere Steinkrebs, Potamobius torrentium *Schrank* (Astacus saxatilis, longicornis), mit besonders schmalem, fast walzenförmigem Kopfbruststück, ist mehr eine Gebirgsform, die von manchen nur als eine Abart des Edelkrebses betrachtet wird. Er findet sich vielfach an geeigneten Orten neben dem Edelkrebs, ist aber die häufigere Art in



Edelkrebs, Potamobius astacus *L.* Halbe natürliche Größe.

der Schweiz, die einzige für England, die Iberische Halbinsel, das Hochgebirgsland Deutschlands und Österreich-Ungarns. Die Eier sind hellgrau, die Jungen schlüpfen schon im Mai. Beim Kochen wird er auf der Oberseite nicht ganz rot. Eine dritte deutsche Art im Südwesten dieses Landes ist der Dohlenkrebs, Potamobius pallipes *Lereb.*, mit schwarzen oder dunkelbraunen Eiern. Eine vierte Art endlich, der Galizische, Russische oder Sumpfkrebs, Potamobius leptodactylus *Eschz.*, mit langen, schmalen Scheren, bewohnt in Rußland und Südungarn alle Flußsysteme, die in das Schwarze, Asowsche Meer und in den Kaspisee münden. Neuerdings ist er auch in den Stromgebieten des Finnischen und Weißen Meeres infolge von Kanalverbindungen erschienen und fängt in Rußland an, den Edelkrebs zu verdrängen; daher ist seine Einführung in Deutschland, die man seiner Widerstandsfähigkeit wegen zeitweilig erwogen hat, gar nicht zu empfehlen, denn dieser Krebs ist

wenig schmackhaft und enthält in den schmalen, langen Scheren, an denen man die Art meist leicht erkennt, nur wenig Fleisch.

Im Kaspischen Meere, in den Gebirgsbächen der Krim und des nördlichen Abhanges des Kaukasus, in dem südlich vom Kaukasus sich in das Schwarze Meer ergießenden Rion, in Sibirien kennt man ebenfalls Flußkrebse, auch in Japan findet man sie, aber sie fehlen, abgesehen vom Flusse Rion, dem ganzen übrigen Asien und Afrika.

Den äußeren Aufbau des Edelkrebses zeigt uns die nebenstehende Abbildung. An dem oberen Tiere erkennt man, daß der Panzer des Kopfbruststückes zwischen den gestielten Augen in eine Spitze, das Rostrum, ausgezogen ist und durch eine flache Querfurche in einen vorderen und hinteren Abschnitt zerlegt wird. Diese „Nackenfurche“ gibt die hintere Begrenzungslinie des Kopfes an. Auf dem Brustabschnitt verläuft weiterhin jederseits der Mittellinie eine Längsfurche. Zwischen ihnen ist der Panzer mit dem Rücken fest verwachsen, nach außen jedoch überdacht er einen Hohlraum, die Kiemenhöhle. Die langen Fühler sind die zweiten Antennen; die ersten sind weit kürzer. Die Mundgliedmaßen, nämlich ein Paar Mandibeln, zwei Paar Maxillen und drei Paar Kieferfüße, sind zweiästig; die äußeren Äste werden an ihnen durch die „Taster“ dargestellt, an den zweiten Antennen durch die bereits beim Hummer erwähnte Schuppe. Deutlich sind an dem abgebildeten Krebse dagegen die fünf Paar einästigen Schreitfüße, von denen die ersten drei in Scheren, die letzten zwei in einfachen Klauen endigen. Hinter dem dritten Paare sind zwei rundliche Öffnungen sichtbar, die Ausmündungen der Eileiter. Daß wir ein Weibchen vor uns haben, geht weiter daraus hervor, daß am ersten Hinterleibsringel die Gliedmaßen fehlen, nur die folgenden fünf Paare sind vorhanden. Vier davon sind kleine Schwimmfüße, die Äste des fünften — es ist das letzte überhaupt — sind plattenförmig verbreitert und bilden die Seitenteile des Schwanzfächers. Die mittlere Platte des Fächers (das Telson) ist als das siebente Hinterleibssegment anzusehen; auf seiner Unterseite liegt der After als deutlicher Längsschlitz. Bei den Männchen ist der erste Afterfuß vorhanden, aber zu einem Begattungsorgan umgewandelt, indem er den Samen aus der männlichen Geschlechtsöffnung — sie liegt am Grunde des letzten Brustbeinpaares — entnimmt. Der zweite Afterfuß ist griffelförmig, paßt genau in die Rinne des ersten und treibt, nach vorn geschoben, die zähe Samenmasse in Gestalt kleiner, ½—1 cm langer Würstchen aus. Diese werden dem Weibchen an die Geschlechtsöffnung angeklebt.

2—45 Tage nach der Begattung werden die Eier abgeschieden, zusammen mit klebrigen Sekretfäden, die sich verwickeln, rasch im Wasser erhärten und die Eier in unregelmäßigen Klumpen an die Schwimmfüße des nach vorn umgeschlagenen Hinterleibes befestigen. Die Ablage der dunkelroten Eier erfolgt im Herbst, die Entwickelung ist aber, vielleicht wegen der einfallenden ungünstigen Jahreszeit, sehr langsam, denn erst im nächsten Juni oder Juli erscheinen die Jungen. Sie sind dann ungefähr 9 mm lang, wachsen aber rasch, so daß sie am Ende des ersten Jahres oft schon 4,5 cm erreichen. Die kleinen Krebschen klammern sich mit ihren Scheren an den Stielen, durch welche die Eischalen mit den mütterlichen Schwimmfüßen verbunden sind, ungemein fest an, so daß sie durch Schütteln nicht abzulösen sind, ja selbst noch, in Alkohol mit der Alten gesetzt, diese nicht immer verlassen, wie sie denn auch zugrunde gehen müssen, wenn sie gewaltsam abgelöst werden. Übrigens entwickeln sich auch die Eier nach ihrer Losreißung von der Mutter nicht mehr, so daß die beim Hummer mögliche künstliche Erbrütung der Eier beim Flußkrebs unmöglich ist. 8—10 Tage nach überstandener erster Häutung beginnen die Jungen, die den Alten schon recht ähnlich, nur am Körper plumper und mit erst sehr schmächtigen Scheren ausgerüstet sind, ein selbständiges Leben,

sollen aber noch einige Tage gelegentlich und gewissermaßen unter dem Schwanze der Mutter Schutz suchend zu ihr zurückkehren, bis sie sich nach und nach zerstreuen und völlig selbständig machen. Ein freischwimmendes Zoëastadium, wie beim Hummer, gibt es beim Flußkrebs nicht. Nachdem über das weitere Wachstum und die Häutung des Krebses bereits in der Einleitung Genügendes gesprochen worden ist, fügen wir nur noch hinzu, daß die Zahl der Eier beim Edelkrebsweibchen, nach Dröscher, je nach der Größe der Tiere, 36—288 beträgt, in Schweden aber, nach Trybom, von 150—300 schwanken soll.

Die Flußkrebse sind Allesfresser und nebenher Vielfresser, d. h. sie verschmähen nichts, was genießbar ist und was sie bewältigen können: kleinere Frösche, Kaulquappen, Wasserschnecken, deren kalkige Gehäuse ihnen gut tun, Insekten und deren Larven, ihresgleichen, wenn sie schwächer sind, und verspeisen sie dann mit vielem Behagen. Ebenso fangen sie zuweilen kleinere Fische, können aber keine Verwüstungen unter ihnen anrichten. Gelegentliche Pflanzenkost scheint ihnen ein Bedürfnis zu sein: der sogenannte Armleuchter, Chara, wird wohl seines Kalkgehaltes halber gern gefressen, allerlei Wurzelwerk von Wasserpflanzen muß herhalten, und mit Brot, Mohrrüben, Kürbisstücken und ähnlichen Stoffen lassen sie sich gern füttern. Dabei herrscht eine entschiedene Neigung, faulende und sich zersetzende Stoffe zu fressen, mögen sie pflanzlichen oder tierischen Ursprungs sein. Solche bilden die besten Köder nicht nur für Flußkrebse, sondern für Dekapoden überhaupt.

Am wohlsten fühlt sich der Flußkrebs in ruhig fließendem, nicht zu tiefem Wasser mit schattigen, am besten steilen Ufern, in deren lehmigen und kalkigen Wandungen der Fluß oder Bach zwischen dem Wurzelwerk der Bäume Löcher und allerlei Schlupfwinkel ausgespült und ausgewaschen hat, oder wo er sie sich selbst leicht graben kann. Doch auch stehendes Wasser meidet er nicht. Er sitzt vor der Tür seiner Wohnung und lauert hungrig, wie er immer ist, auf Beute. Droht eine Gefahr, ein paar Schläge mit dem Schwimmschwanz, und rasch wie ein Pfeil verschwindet er rückwärts in seine Höhle, in der er sich mit seinen kräftigen Scheren trefflich zu verteidigen und zu behaupten weiß. Sonst bewegt er sich gewöhnlich nicht rückwärts, wie das Sprichwort sagt, sondern vorwärts, nur daß nach seiner Gefangennahme jener Schreckreflex verhältnismäßig oft eintritt. Nachts, oder wenn ein Gewitter am Himmel steht, macht er weitere Ausflüge, teilweise sogar auf kurze Strecken über Land.

Im allgemeinen sind, nach Dröscher, die Krebse in Flüssen braun bis fast schwarz, in Seen heller, und die Farbe paßt sich einigermaßen der des Untergrundes an. Aber auch hellgraue, selbst fast weiße Krebse hat man gefunden, ferner rote, grüne, blaue, letztere in Westfalen nicht gerade sehr selten; ja, in gewissen dortigen Bächen auf mergeligem Boden sollen sie kurz nach der Häutung alle blau sein. Himmelblau sehen übrigens auch die jungen Krebse aus. Man fängt die Krebse in beköderten Reusen, noch öfter in Krebstellern. Diese sind beköderte kreisförmige, wagerecht hängende Netze, die sich muldenförmig einsenken und somit die auf ihnen angesammelten Krebse aufnehmen, sobald man abends nach Eintritt der Dunkelheit das Fanggerät hebt. Gleich den Fischen genießt der Krebs eine Schonzeit, die der Eiablage entsprechend in den Winter fällt, jedoch gilt er gerade in den Monaten mit r in vielen Gegenden nicht für besonders schmackhaft. Schwer geschädigt wurde in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts, etwa seit 1876, die Krebsfischerei durch die aus Frankreich gekommene Krebspest, die anscheinend auf einem von Hofer entdeckten Bazillus beruht, Bacillus pestis astaci, oder auf einen Schimmelpilz, Aphanomyces astaci, wie Schikora vermutet. Beide Schmarotzer und noch andere mehr werden bei erkrankten Krebsen gewöhnlich gefunden. Die Erscheinungen sind anfangs erhöhte Unruhe, dann Ermattung, zeitweilig hochbeiniger Gang, Verlust der

Gliedmaßen und schließlich das Verenden der Krebse auch am Land. Verbreitet wird die Seuche wohl durch Fische, die, vom Bazillus befallen, an Geschwüren und Schuppensträubung zugrunde gehen, ferner ebensogut durch angefressene Nahrung; ob auch durch Fanggerät und durch den Kot krebsfressender Vögel und des Fischotters, ist fraglich. Für den Menschen ist der Krebsbazillus wohl unmittelbar nicht schädlich. Jetzt scheint erfreulicherweise die Seuche zurückzugehen und die Krebsmenge wieder zuzunehmen.

Zu den Feinden des Krebses gehören Fische, namentlich Aal und Quappe, die ihn aus seiner Höhle herausholen können, aber auch andere Raubfische, ferner der Krebskiemenegel, Branchiobdella varians, der sowohl die Kiemen wie die Außenfläche des Krebses befällt, und einige Eingeweidewürmer, die man schon mehr zu den Krankheitserregern zählen wird, wie den oben erwähnten Erreger der Krebspest.

Zu den sonstigen Süßwasserastaziden gehört auch der blinde Cambarus pellucidus *Tellk.* aus der Mammuthöhle von Kentucky und anderen nordamerikanischen Höhlen. Die Gattung Cambarus ist in über 60 Arten in Nordamerika ostwärts der Rocky Mountains verbreitet; zahlreiche werden dort gegessen, und mit einer von ihnen, Cambarus affinis *Say*, hat man auch vereinzelte Einbürgerungsversuche in Deutschland und Frankreich gemacht, denen jedoch von anderer Seite keine Vorteile nachgerühmt werden.

Die im Ufersande lebenden Thalassinidae, bei denen das dritte Brustfußpaar keine Scheren trägt, wie z. B. bei der Gebia litoralis *Risso* des Mittelmeeres, führen zu den Mittelkrebsen hin.

Zweite Gruppe: **Mittelkrebse (Anomura).**

Zwischen die langschwänzigen Zehnfüßer und die Krabben schieben sich als eine Übergangsgruppe die mit einem schwer zu übersetzenden Namen Anomura genannten Krebse ein. Pöppig hat die nicht unpassende Bezeichnung Mittelkrebse für sie vorgeschlagen. Ihre Mittelstellung bekundet sich namentlich in dem Verhältnis des Hinterleibes, der stärker ist als bei den Krabben, aber nicht den Umfang wie bei den Langschwänzen erreicht oder, wenn dies der Fall ist, weich bleibende Hautbedeckung hat.

Sowohl nach ihrem Bau als ganz besonders nach ihrer höchst eigentümlichen Lebensweise beansprucht vor allen die Familie der Einsiedlerkrebse (Paguridae; s. die Tafel bei S. 634) unsere Aufmerksamkeit. Ihr Kopfbruststück ist gestreckt, und die Augenstiele treten lang und frei hervor, eine Eigenschaft, die ihnen zum Hervorlugen aus ihrer Behausung sehr zustatten kommt. Auch die Scherenfüße sind lang, kräftig und gewöhnlich ungleich entwickelt, eine Asymmetrie, die sich bei vielen Krebsen findet, bei ihnen aber sich weiter auf viele andere Körperteile erstreckt und ebenfalls im Zusammenhang mit ihrer Lebensweise steht. Die zwei letzten Beinpaare sind stummelförmig, kurze Klauen, mit denen sie sich in ihren Schneckenhäusern anklammern, ebenso wie mit den Beinstummeln des Hinterleibes. Diese Beine der Eremiten und der übrigen Anomuren sind aber nicht etwa, wenn wir sie auch Stummel genannt haben, bloß als Verkümmerungen aufzufassen. Sie sind vielmehr ihrer Aufgabe angepaßt und dienen zum Tragen oder Festklammern. Der Nachleib der Paguren ist länglich und sackförmig, hat nur oberseits einzelne harte Platten und ist sonst so weichhäutig, daß die Tiere auf anderweitigen Schutz desselben angewiesen sind. Diesen Schutz erhalten die an den Küsten aller Meere allbekannten Tiere dadurch, daß sie ihre Wohnung in Schneckengehäusen aufschlagen. Der Krebs sucht sich ein Haus von der Größe, daß er nicht bloß seinen Hinterleib bequem darin unterbringt, sondern auch Raum hat, bei Gefahr sich vollständig hinter den

Rand der Öffnung zurückzuziehen. Indem er sich mit den vorher erwähnten Beinstummeln an dem Gewinde des Schneckenhauses festhält, an das sich einige Arten auch noch mittels Saugnäpfe anhaften können, sitzt er so fest, daß es fast nie gelingt, einen lebendig und ganz herauszuziehen: er läßt sich in Stücke reißen, indem entweder die Scheren, die man am leichtesten fassen kann, abbrechen, oder das Kopfbruststück vom Hinterleib losreißt. Wird ihm sein Futteral zu eng, so muß er sich allerdings herauswagen, um sich ein neues anzupassen. Bei den an unseren Küsten und besonders im Mittelmeer vorkommenden Arten siedelt sich jedoch nicht selten ein Korkschwamm, Suberites domuncula, auf dem Schneckenhause an, der dem Krebs den Umzug erspart. Je eifriger nämlich der Krebs herumkutschiert, desto besser gedeiht der Schwamm, der sehr bald in Form einer korkigen, gelbrötlichen Masse das Gehäuse überzieht und auch über dessen Eingang hinauswächst, so daß sich das Gehäuse für den



Diogeneskrebs, Diogenes varians *Costa.* Natürliche Größe.

wachsenden Hinterleib des Krebses ständig vergrößert, wie in dem Abschnitt über die Schwämme (S. 89—91) näher beschrieben ist.

Über das Benehmen der Paguren bei der Besitzergreifung eines Schneckenhauses liegen wertvolle Beobachtungen von Eisig vor. Wenn man einen Einsiedlerkrebs seines Gehäuses beraubt hat, dann scheint er sich höchst beunruhigt zu fühlen. In einen Winkel verkrochen, bemächtigt er sich jeder Schale, die man ihm zuwirft, um seinem Hinterleib wieder den gewohnten Schutz zu verschaffen, allerdings nicht ohne vorher den Hohlraum mit den Scheren untersucht zu haben. „Bietet man anstatt eines leeren Gehäuses ein solches dar, welches noch die Schnecke beherbergt, so geht der Krebs sofort an deren Zerstörung. Ich habe eines Tages einem etwa 5 cm langen Pagurus eine ungefähr ebenso große, frische, kräftige Murex brandaris (Purpurschnecke) in das Bassin gesetzt. Sofort begann er den kalkigen Deckel des Tieres zu bearbeiten, und am dritten Tage war er damit zu Ende, so daß er nun leicht die Weichteile der Schnecke herausziehen konnte. Dies tat er nun aber mit vielen Unterbrechungen, indem er den größten Teil des Tages hindurch schon seinen Hinterleib so weit, als es der noch darin befindliche halbtote Schneckentorso zuließ, in das Anfangsstück der Schale steckte. Die herausgearbeiteten Stücke pflegte er säuberlich aufzufressen." Findet der Krebs ein leeres Haus, in dem eingeschwemmter Sand ist, für seinen weichen Hinterleib so unangenehm wie Steinchen in unseren Schuhen für unsere Füße, dann kriegt er es mit seinen Scheren zu packen und klopft es auf dem Boden aus.

Die meisten Paguren leben in unseren Meeren unmittelbar am Strande, der stellenweise von ihnen so belebt ist, daß alles durcheinander wimmelt. Bei niedrigem Wasserstande weilen ihrer oft so viele auf dem Trocknen am Ufer des Mittelmeeres, daß man beim Herantreten staunt über die Unmenge der so eilends ins Meer laufenden kleinen Schnecken, unter denen eine spitzkegelige Art, Cerithium vulgatum, bewohnt von dem Diogeneskrebs, Diogenes varians *Costa* (Abb., S. 688), zu den häufigsten gehört.

Andere Einsiedlerkrebse halten sich in größeren Tiefen auf, wie die berühmteste Art, Prideaux' Einsiedlerkrebs, Eupagurus prideauxi *Leach* (Pagurus), auf dessen Schneckenhause fast ausnahmslos ein der Familie der schönen Seerosen oder Seeanemonen angehöriger kleiner Polyp sitzt, die Mantel-Aktinie, Adamsia palliata. Der Krebs mit seiner Aftermieterin, das klassische Beispiel einer Symbiose, eines ständigen Zusammenlebens zum Vorteil beider Teile, lebt im Atlantischen Ozean und im Mittelmeer. Außerordentlich gemein ist er bei Neapel. Das Verhalten der beiden vergesellschafteten Tiere zu einander ist bei den Seerosen auf S. 149—152 eingehend geschildert worden, so daß wir uns hier mit dem Hinweis begnügen können.



Prideaux' Einsiedlerkrebs, Eupagurus prideauxi *Leach*, in seinem Schneckenhause. Unter den Beinen des Krebses ist der Tentakelkranz der mit ihm in Symbiose lebenden Aktinie Adamsia palliata sichtbar. Natürliche Größe.

Der Nutzen, den die Einsiedlerkrebse von den Aktinien haben, liegt auf der Hand: diese höchst wehrhaften, stark brennenden Tiere halten ihnen die Feinde vom Leibe. Beobachtungen haben gelehrt, daß die auffallend großen Nesselkapseln der Adamsia palliata auch große Meerestiere schrecken. Die Adamsien finden aber in Gesellschaft der Paguren reichlichere Nahrung. Sieht man nämlich die Krebse auf ihrem natürlichen Boden, vorzüglich auf feinerem Kies, so wird augenblicklich klar, warum die Aktinie das Schneckenhaus so anfaßt, daß ihr Mund nach unten gekehrt ist. Denn Eupagurus prideauxi wirbelt mit seinen Hilfskiefern den Sand so auf, daß ein Strom an seiner Mundöffnung vorübergeht, wobei er allerlei Nahrung gewinnt. Diese kommt nun auch der Aktinie zustatten, die durch den vom Krebs verursachten Wirbel förmlich gefüttert wird und ihren Mund um so weiter öffnet und die Tentakeln um so mehr entfaltet, je eifriger der Gastfreund den Sand umrührt. Unsere Paguren unterlassen übrigens das Wirbeln, wenn sie bessere, kompaktere Fleischnahrung, tote Fische und dergleichen, um sich haben. Daß sie davon der Aktinie mitteilten, wird von neueren Beobachtern in Abrede gestellt, sicher ist dagegen, daß sie untereinander äußerst zänkisch und brotneidisch sind. Sehr oft wird ein kleinerer von einem größeren verfolgt, indem dieser jenem einen Bissen abjagen will. Der Verfolgte wird von der Schere seines Gegners gefaßt, weiß aber gewöhnlich, wenn ihm selbst nur eine Schere frei geblieben, sehr geschickt mit dieser seine Beute so zu halten und von sich zu strecken, daß der Angreifer schließlich unverrichteter Sache abziehen muß.

Eine im Mittelmeer häufige, gewöhnlich mit der großen Aktinie Sagartia parasitica vergesellschaftete Art ist Pagurus striatus *Latr.* (vgl. S. 148—149 und die Tafel „Krebstiere II", 5, bei S. 676).

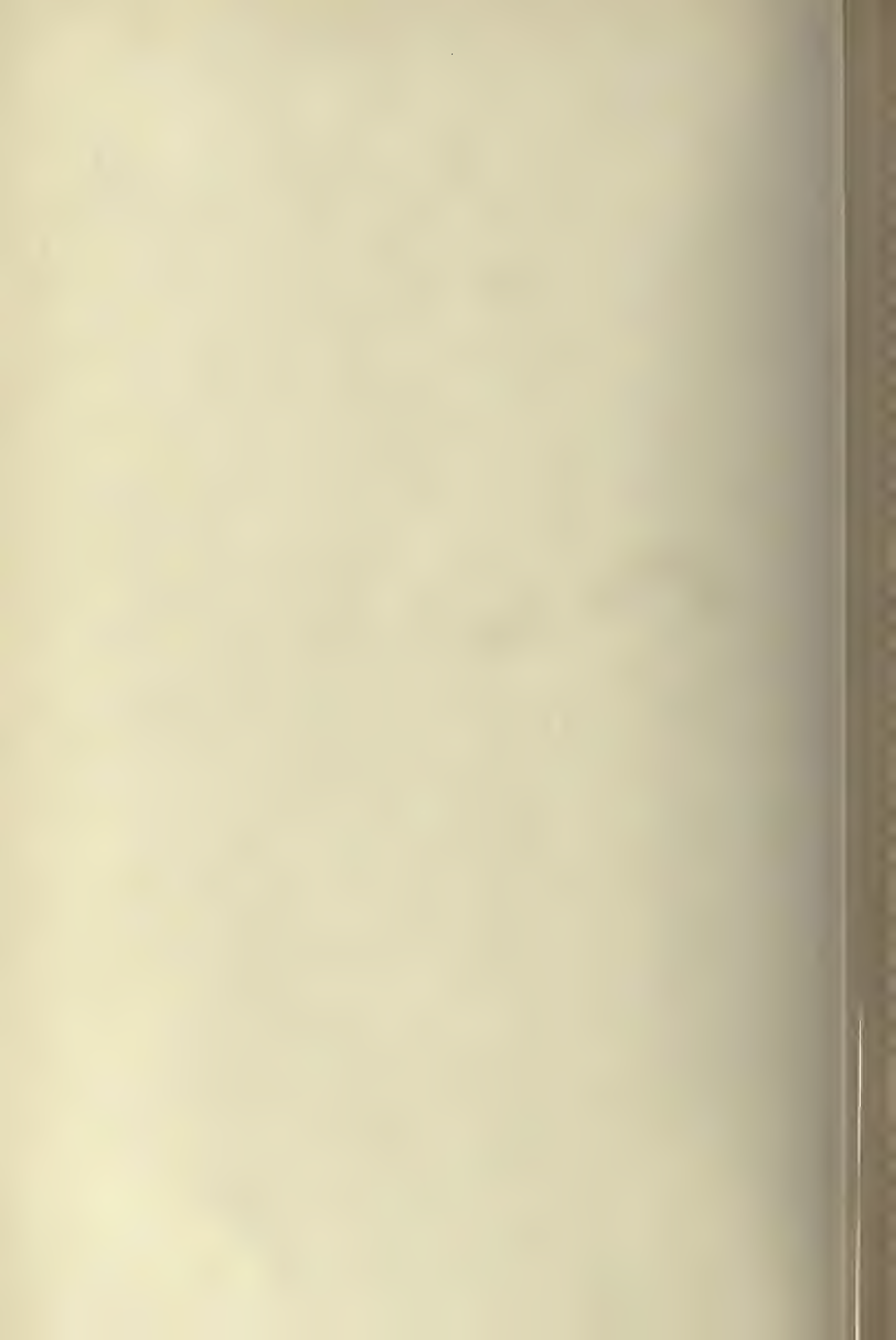
Unter den vielen nicht mit Aktinien symbiotisch lebenden Einsiedlerkrebsen ist einer der stattlichsten der **Bernhardinerkrebs**, **Einsiedler** oder **Eremit**, Eupagurus bernardus *L.* (s. die Tafel „Krebstiere II", 7, bei S. 676), der im Atlantischen Meer und in der Nordsee, auch im Mittelmeer lebt und im Schauaquarium auf Helgoland stets in Menge gehalten wird. Diese Tiere belustigen nicht wenig durch ihre Bewegungen, ihr Klettern an Felsen und ihre drolligen Kämpfe, Verfolgung, Flucht, Übereinanderpurzeln, Raub und Abwehr, schließlich durch ihr Fressen, bei dem fortwährend die Mundteile und Hilfskiefer spielen, während die Scheren so handähnlich gebraucht werden, daß man leicht auf den Vergleich des Tieres wenn auch nicht mit einem Menschen, so doch mit einem Affen verfällt.

Auch in der Tiefsee sind die Einsiedlerkrebse, in einem Schneckenhaus eingemietet und mit einer Aktinie vergesellschaftet, keine Seltenheit, aber durch einen merkwürdigen Vorgang löst bei ihnen die Aktinie das Haus nach und nach auf, und die lebende Genossin umgibt dann allein den ganzen Hinterleib des Krebses in Gestalt eines weichen Sackes. Das ist eine große Erleichterung für den Krebs, denn auf dem Boden des Meeres werden, bei dem starken Gehalte des Meerwassers an Kohlensäure in diesen Tiefen, Schneckenschalen von geeigneter Größe viel seltener sein als im untiefen Wasser; vielleicht ist weniger die Aktinie als eben der reiche Kohlensäuregehalt des umgebenden Wassers die Ursache der Auflösung des Kalkgehäuses.

Bei einem landlebigen Paguriden einerseits, bei einigen tiefseebewohnenden anderseits tritt an Stelle der Unsymmetrie und Weichhäutigkeit des Hinterleibes durch eine Art Rückschlagsbildung wieder der offenbar ursprünglichere Zustand ein. Auf den Inseln des Indischen und des Stillen Ozeans lebt ein riesiger, bis fußlanger Mittelkrebs, der **Kokosräuber** oder **Palmendieb**, Birgus latro *Hbst.*, nachtsüber in selbstgegrabenen Erdhöhlen, die er mit dem Bast der Schalen der Kokosnüsse ausfüttert. Am Tage geht er seiner Nahrung nach, den Kokosnüssen, die er sich unter den Bäumen zusammensucht und von den Palmen selbst herunterholt. Mit großem Geschick weiß er die Nüsse aufzumachen. Über diesen seltsamen Krebs liegen fast gleichlautende Beobachtungen von Darwin und von Henry O. Forbes vor. Darwin erzählt über den Palmendieb: „Sein vorderes Beinpaar endigt in sehr starken, schweren Scheren, das vierte ist mit schwächeren und viel schmäleren ausgerüstet. Auf den ersten Blick möchte man es nicht für möglich halten, daß eine Krabbe eine starke, mit der äußeren Haut noch bedeckte Kokosnuß öffnen könne; Herr Liesk versichert mir aber, daß er es wiederholt gesehen habe. Der Krebs beginnt damit, die äußere Haut Faser für Faser abzuziehen, wobei er allemal bei dem Ende beginnt, unter welchem sich die drei Keimlöcher befinden; ist dies vollendet, dann fängt die Krabbe an, mit ihren schweren Scheren auf die Decke von einem der Keimlöcher loszuhämmern, bis sie eine Öffnung zuwege gebracht hat. Dann dreht sie ihren Körper herum und zieht mit Hilfe ihrer hinteren, schmäleren Scheren die weiße, albuminöse Substanz heraus. Der Birgus ist ein Tagtier in bezug auf seine Lebensweise, man sagt aber, daß er in jeder Nacht dem Meere einen Besuch mache, ohne Zweifel zum Zwecke, seine Kiemen anzufeuchten; auch die Jungen kriechen im Meere an den Küsten aus und leben eine Zeitlang hier."

Forbes schreibt dem Tiere mehr nächtliche Gewohnheiten zu, was wahrscheinlicher klingt, und sagt, seine Höhlen seien so groß wie die der Kaninchen. Die Palmendiebe wären nur noch auf Santa Cruz Major, wo sie „Tatos" hießen, häufig, weil hier keine verwilderten oder





wilden Schweine vorkämen, welche sie sonst ausgrüben und fräßen. Der Schwanz ist sehr fettreich und liefert von einem großen Stück 2 Pinten (1,86 Liter) eines wohlschmeckenden, klaren Öles. Das Tier wird überhaupt gern gegessen und z. B. auf Amboina in Gefangenschaft gehalten und mit Kokosnüssen, von denen es innerhalb dreier Tage zwei vollwachsene bewältigen kann, gemästet. Sein Bau zeigt eine Reihe Eigentümlichkeiten, die teils auf seine Anpassung an das Landleben, teils auf das Aufgeben der Gewohnheit, in Schneckenschalen zu hausen, zurückzuführen sind. Aus dem letzteren Grunde ist sein Hinterleib symmetrisch geworden und hat wieder eine oben harte Schale erhalten. Über den Bau seiner Atmungswerkzeuge sagt Semper, daß neben Kiemen der obere Teil der Kiemenhöhle zu einer wahren Lunge umgebildet sei, die immer nur Luft enthielte, und die Beschaffenheit der in ihrer Wandung verlaufenden Gefäße beweise, daß nur sauerstoffarmes Blut aus dem Körper einträte und daß die austretenden Gefäße sauerstoffhaltiges Blut unmittelbar in den Vorhof des Herzens überführten.

Auch in der Tiefsee gibt es Paguriden mit geradem, symmetrisch entwickeltem Hinterleib, die in Ermangelung von Schneckengehäusen teilweise frei leben und dann eine harte Bedeckung des Hinterleibes erhalten haben, teils sich in Schlamm und Sand eingraben oder sich Sandröhren verfertigen.



Porzellankrebs, *Porcellana platycheles Penn.* Vergr. 2:1. Nach Bronn, „Klassen und Ordnungen des Tierreichs", Band V.

Die Familie der **Galatheidae** wird von den Systematikern bald an die Einsiedlerkrebse, bald an die folgende Abteilung angereiht. Sie haben große Scherenfüße, und das hinterste Fußpaar ist sehr schwach entwickelt. An die Mittelkrebse und Krabben erinnern sie, indem ihr sonst wohlentwickelter Hinterleib unter das Kopfbruststück geklappt wird. Der weiße Porzellankrebs, Porcellana platycheles *Penn.*, hat ein kurz ovales, flaches Kopfbruststück, und seine Scheren sind bedeutend länger als der Körper. Gerade an unseren Küsten und besonders im Mittelmeer ist die kleine Porzellane mit breiten Scheren ein unansehnliches, immer mit Schmutz bedecktes Tier. Daran sind die den Körper dicht bedeckenden Haare schuld. Das Kopfbruststück der Galatheen ist länglich, eiförmig und bei den meisten Arten, so bei den gemeineren, Galathea squamifera *Leach* und G. strigosa *L.* (s. Tafel „Krebstiere II", 2, bei S. 676), mit Querfurchen versehen. Die Galatheen gehen im Meere in bedeutende Tiefen. Bei den Tiefseeformen sind nach den Beobachtungen von J. R. Henderson die Augen fast ohne Ausnahme pigmentlos und offenbar leistungsunfähig, bisweilen hat sich der Augenstiel zu einem Dorn umgeformt, auf dessen freiem Ende noch ein funktionsloser Rest der gewölbten Hornhaut sitzt.

Dritte Gruppe: Krabben (Brachyura).

Die Kurzschwänze oder Krabben (Brachyura) haben einen gedrungenen Körper. Der Hinterleib ist kurz, plattenförmig und unter das Kopfbruststück eingeschlagen und entbehrt der Schwanzflosse. Die Weibchen unterscheiden sich von den Männchen durch die größere Breite der Schwanzplatte, die sich nicht selten zu einer Art von Schüssel ausbildet. In ihr und unter Zuhilfenahme der fadenförmigen Beinanhänge werden die Eier bis zum Ausschlüpfen der Jungen getragen. Das Kopfbruststück ist kurz, oft breiter als lang und gibt den Tieren nicht

selten durch allerhand Auswüchse und Stacheln ein sehr sonderbares Aussehen. Die kurzen inneren Antennen und die gestielten Augen können in kleine Gruben zurückgezogen werden. Die meisten Krabben gehen seitwärts und gewähren dann, besonders wenn sie schnell und behende laufen, einen urkomischen Anblick, zumal sie vielfach beim Laufen die Scheren in drohender Stellung über den Körper gehoben halten, was manchen von ihnen in der englischen Sprache den Namen „Winker" eingetragen hat. Die deutschen Soldaten, die O. Schmidt in Dalmatien traf, nannten sie, ein Kommandowort auf sie anwendend, „Zieht euch rechts". „Wunderlicher und komischer" schrieb Goethe in Venedig am 9. Oktober 1786, „kann man nichts sehen als die Gebärden dieser aus einem runden Körper und zwei langen Scheren bestehenden Geschöpfe; denn die übrigen Spinnenfüße sind nicht bemerklich. Wie auf stelzenartigen Armen schreiten sie einher, und sobald eine Patella sich unter ihrem Schilde vom Flecke bewegt, fahren sie zu, um die Schere in den schmalen Raum zwischen der Schale und dem Boden zu stecken, das Dach umzukehren und die Auster zu verschmausen. Die Patella zieht sachte ihren Weg hin, saugt sich aber gleich fest an den Stein, sobald sie die Nähe des Feindes merkt. Dieser gebärdet sich nun wunderlich um das Dächelchen herum, gar zierlich und affenhaft; aber ihm fehlt die Kraft, den mächtigen Muskel des weichen Tieres zu bewältigen, er tut auf diese Beute Verzicht, eilt auf eine andere wandernde los und die erste setzt ihren Zug sachte fort. Ich habe nicht gesehen, daß irgendein Taschenkrebs zu seinem Zweck gelangt wäre, ob ich gleich den Rückzug dieses Gewimmels stundenlang beobachtet habe." Sehr häufig sind die beiden Scheren einer Krabbe verschiedenartig entwickelt, und es gilt fast als Regel, daß die rechte die stärkere ist. Bei den schwimmenden Formen sind aber beide Scheren gleichmäßig entwickelt, und diese Tiere neigen auch viel weniger zu Selbstverstümmelungen; beides hat seinen guten Grund: ein schwimmendes Tier wird in seiner Lebenstätigkeit durch ungleich schwere Belastung der beiden Körperhälften viel mehr gehemmt und gestört als ein laufendes.

Wie zwischen Paguriden und Aktinien findet eine Symbiose auch zwischen Aktinien und Krabben statt. So beobachtete Stuart Wortley auf Inseln des Stillen Ozeans eine schöne Krabbe, die eine große Aktinie mit sich herumschleppte. Sie scharrte sich halb in den Sand ein, ließ aber die Aktinie mit ihren sich lebhaft bewegenden Tentakeln außen und lauerte unter ihr auf kleine Kruster, Ringelwürmer und sonstige Nährtiere, die, durch das Spiel der Tentakeln angelockt, herbeischwammen. Auf den Seychellen beobachtete Möbius einen Taschenkrebs, der in allen Exemplaren, männlichen so gut wie weiblichen, in jeder Schere eine Aktinie trug. Nahm man ihm die Freundin und zerschnitt sie in Stücke, dann sammelte er sich diese wieder.

Die Zoëalarven der Krabben haben stets einen langen, als Schweborgan gedeuteten Rückenstachel. Sogleich nach ihrer Geburt schwärmen sie, gleich den Nauplien von Balanus oder Sacculina, unablässig dem Lichte entgegen, was sie vom Meeresboden in ihr Reich, das freie Wasser, führt. An das Zoëastadium schließt sich, wie übrigens auch bei Mittelkrebsen, das Stadium der schon ziemlich krabbenähnlichen Megalopa.

Erste Untergruppe: **Rückenfüßer** (Notopoda).

Die Rückenfüßer (Notopoda) sind Krabben mit höherer Einlenkung des fünften oder des vierten und fünften Fußpaares nach dem Rücken zu. Unsere Tafeln „Krabben des Mittelmeeres", 2, bei S. 694, und „Krebstiere III", 2, bei S. 698 zeigen die im Mittelmeer verbreitete Wollkrabbe, Dromia vulgaris *M.-E.*, aus der Familie der Dromiidae, deren Körper, mit Ausnahme der rötlichen Scherenspitzen, dicht behaart und deshalb gewöhnlich so mit Schmutz, allerlei Pflanzen und Tieren überzogen ist, daß man das Tier vor der Einstellung in

die Sammlung in der Regel erst einer sehr gründlichen Wäsche unterwirft. Das Eigentümlichste ist aber die Gewohnheit der Wollkrabbe, ein Schutzdach mit sich herumzutragen, woraus erst der Nutzen und die Bedeutung der Rückenfüße ersichtlich wird. Dazu werden fast ausschließlich Schwämme verwendet, am häufigsten Sarcotragus spinosulus oder Suberites massa, ein orangegelber Korkschwamm. Der Schwamm schmiegt sich mit seiner Unterfläche eng an das Rückenschild an und erreicht oft eine solche Größe, daß er den Krebs vollständig bedeckt, ohne daß dieser in seinen nicht lebhaften Bewegungen gehindert wird. Übrigens wird der Schwamm nur von den Klauen der Rückenfüße gehalten, und die Krabbe kann ihn, bei der Flucht oder unsanft gestört, fallen lassen. Wie stark aber das Bedürfnis nach einer solchen Decke ist, geht daraus hervor, daß die im Aquarium gehaltenen Wollkrabben, wenn sie ihres Schwammes beraubt sind, sich ein Stück Tang über den Rücken hängen. Ein sehr drolliger Anblick!


Wollkrabbe, Dromia vulgaris *M.-E.* Natürliche Größe.

Eine anziehende Schilderung von dem Gebaren einer anderen Dromiide des Mittelmeeres, Dorippe lanata *L.* (s. Tafel „Krebstiere III“, 1, bei S. 698), entwirft Schmidtlein: „Phallusien und Holothurien, Fischköpfe, tote Genossen und lebende Dromien, ja sogar Stücke Fensterglas praktiziert sie ohne viel Bedenken auf ihren Rücken, hält sie mit den Rückenbeinen frei schwebend empor und stelzt dann mit ihren langen Beinen spinnenhaft umher. Sie bedient sich dieser Dinge dabei weniger als Decke denn als Schild, den sie ihren Angreifern entgegenhält. Sie führt damit, ohne den Körper zu drehen, alle möglichen Manöver aus; mehrfach sah ich sie ihre Waffen in den Klauen des Angreifers lassen und geschickt die Flucht ergreifen, während jener sich noch damit zu schaffen machte.“

Zweite Untergruppe: **Rundkrabben** (Oxystomata).

Die **Rundkrabben** (Oxystomata) sind kenntlich an dem rundlichen Kopfbruststück, meist ohne vorspringende Stirn, und an der dreieckigen Mundöffnung. Ein sehr eigentümliches Aussehen hat die plumpe **Schamkrabbe** aus der Familie der Calappidae, so genannt, weil sie mit ihren großen, kammartig erhabenen, zusammengedrückten Scherenfüßen sich gleichsam das Gesicht verhüllt. Ihre Arten gehören den wärmeren Meeren an, und der nördlichste Vorposten ist die im Mittelmeer nicht gar selten vorkommende Calappa granulata *L.* (s. Tafel „Krabben des Mittelmeeres“, 1). Sie ist ein sehr träges Tier. Tagelang sitzt sie auf einem Flecke, so tief in den Sand eingegraben, daß nur der obere Teil des Rückenschildes, die Stirnwand mit den kurzen Fühlern, die Augen und der obere Rand der Schere hervorragen. Man stellt leicht fest, welchen Vorteil das Tier von der außerordentlichen Entwickelung der Scheren und deren gewöhnlicher Haltung hat: einmal bringen die Scheren durch ein paar kräftige Bewegungen die schnelle Einpuddelung des Tieres zustande, und wenn dies geschehen, schließen sie vor den Mundwerkzeugen und den Eingängen zu den Kiemen eine Höhlung ab, von wo aus die Versorgung der Kiemen mit Wasser ohne Beimischung von Verunreinigungen vor sich geht. Zugleich bildet die Färbung, ein gelblicher oder rötlicher Grund mit dunkleren Flecken, eine Maskierung, einen Schutz für die Krabbe, durch den sie auf Sand- und Kiesgrund oft schwer zu entdecken ist.

Durch meist kugelige Schale unterscheiden sich von den Calappidae die **Leucosiidae.**

Die nußähnliche Ilia nucleus *Hbst.* (s. Tafel „Krabben des Mittelmeeres“, 3), eine Mittelmeerart, ähnelt in der Lebensweise der vorigen.

Dritte Untergruppe: **Dreieckkrabben (Oxyrhyncha).**

Krabben von ungefähr dreieckiger Körperform mit vortretendem, spitzem Stirnteil nennt man Dreieckkrabben (Oxyrhyncha). Sie schwimmen nicht, sondern kriechen, und haben durch ihre oft verlängerten Beine ein spinnenartiges, bisweilen sehr wunderliches Aussehen. Da sie träge, sich langsam bewegende Tiere sind, so pflegen sich auf ihnen allerhand Tange, Schwämme, Hydroidpolypen, Moostierchen, Aszidien und andere festsitzende Organismen anzusiedeln, die oft so üppig gedeihen, daß sie ihren Träger vollständig verhüllen. Daß dies durch Zufall geschieht, ist immerhin verhältnismäßig selten, vielmehr haben diese Krabbenarten die Gewohnheit angenommen, ihre Rücken mit Hilfe der Scheren „absichtlich“ mit derartigen Gewächsen zu besiedeln. Es mag ihnen das mancherlei Unbequemlichkeit bringen, ja Carrington und Lovett vermuten, daß sie in der Tat bisweilen daran zugrunde gehen; doch dient ihnen der Überwurf sicher auch als Schutz, indem er sie den Augen ihrer zahlreichen Feinde entzieht, denn mitunter wird das Krebstier ganz von Algen, die auf ihm gedeihen und wachsen, bedeckt und dadurch für ein menschliches und sicher auch für manch tierisches Auge kaum erkennbar oder kaum von einem Stückchen bedeutungslosen Unrates unterscheidbar. Das zur Maskierung verwendete Material entnehmen die Krabben ihrem jeweiligen Aufenthaltsort, und bei einem Umzuge wird es ebenfalls gewechselt. Die Befestigung der Fremdteile wird durch angelhakenähnliche Chitinhäkchen des Rückenpanzers und der Beine erleichtert. Vielerlei Fische stellen den Dreieckkrabben nach, unter anderen namentlich der Stachelroche. Die meisten gehören zu den Majidae.



Große Meerspinne, Maja squinado *Rond.* 2/3 natürlicher Größe.

Solche Maskenkrabben sind an unseren nordischen Küsten besonders die bis in die Kieler Bucht eindringende, verhältnismäßig kurzbeinige Seespinne, Hyas aranea *L.*, die ihren Rücken oft mit ganzen Büschen von Algen oder Polypenkolonien bepflanzt, im Mittelmeer wie auch im Atlantischen Ozean die Meerspinnen, Maja squinado *Rond.* und M. verrucosa *M.-E.* (s. Tafel „Krabben des Mittelmeeres“, 4, wo sie alle ihr zur Verfügung stehenden Toilettenkünste entfaltet hat) sowie Inachus scorpio *F.* (dorsettensis; s. Tafel „Krebstiere III“, 3, bei S. 698) und Pisa armata *Latr.* (tetraodon), die als Nr. 5 auf der Farbentafel mit Kalkalgen bekleidet erscheint. Pisa besiedelt außer ihrem Rücken auch die Beine, Inachus namentlich diese, Maja squinado ersetzt die Bewaldung öfter durch Steinchen und Muschelschalen.

Die verhältnismäßig große Maja squinado wird jährlich zu vielen Tausenden auf die



Krabben des Mittelmeeres

und
Auge
Das
halb
teile
Vielerlei
Die meisten

Bucht
Rücken
auch im
M.-E.
Toilettenkunst
3, bei
Kalkalgen
mentlich diese
Die

...märkte der Küstenstädte am Mittelme... zum Verkauf gebracht, meist in großen, locker ge... ...tenen Körben, in denen die rötlichen, ...a 11 cm langen Tiere einen scheinbar unentwirr... ...n Knäuel der zottig behaarten Körper ...nd Beine bilden. Sie sind besonders in den Gar... ...n für das niedere Volk geschätzt und ...oen, in ihrer eigenen Schale geröstet und aufgetischt, ...chmackhafte Kost zum schwarzen W... Von dieser Krabbe wußte das Altertum allerlei ...erbare Dinge zu erzählen. Sie sollte ...ßerordentlich klug, eine Musikliebhaberin sein; auch ... auf zahlreichen Münzen verewigt u... prangte am Halsschmuck der Diana von Ephesus. ...übrigens sind weibliche Stücke von ...isa viel öfter bewachsen als männliche; Carrington ...das darauf zurück, daß die ersteren ...el langsamer in ihren Bewegungen seien als diese ... tagelang an einer Stelle sitzenbl...en.

...u den reinlichsten Arten gehören d... Gespenstkrabbe, Stenorhynchus phalangium ...rostratus), die im Mittelmeer, ... der Nord- und westlichen Ostsee lebt, und die

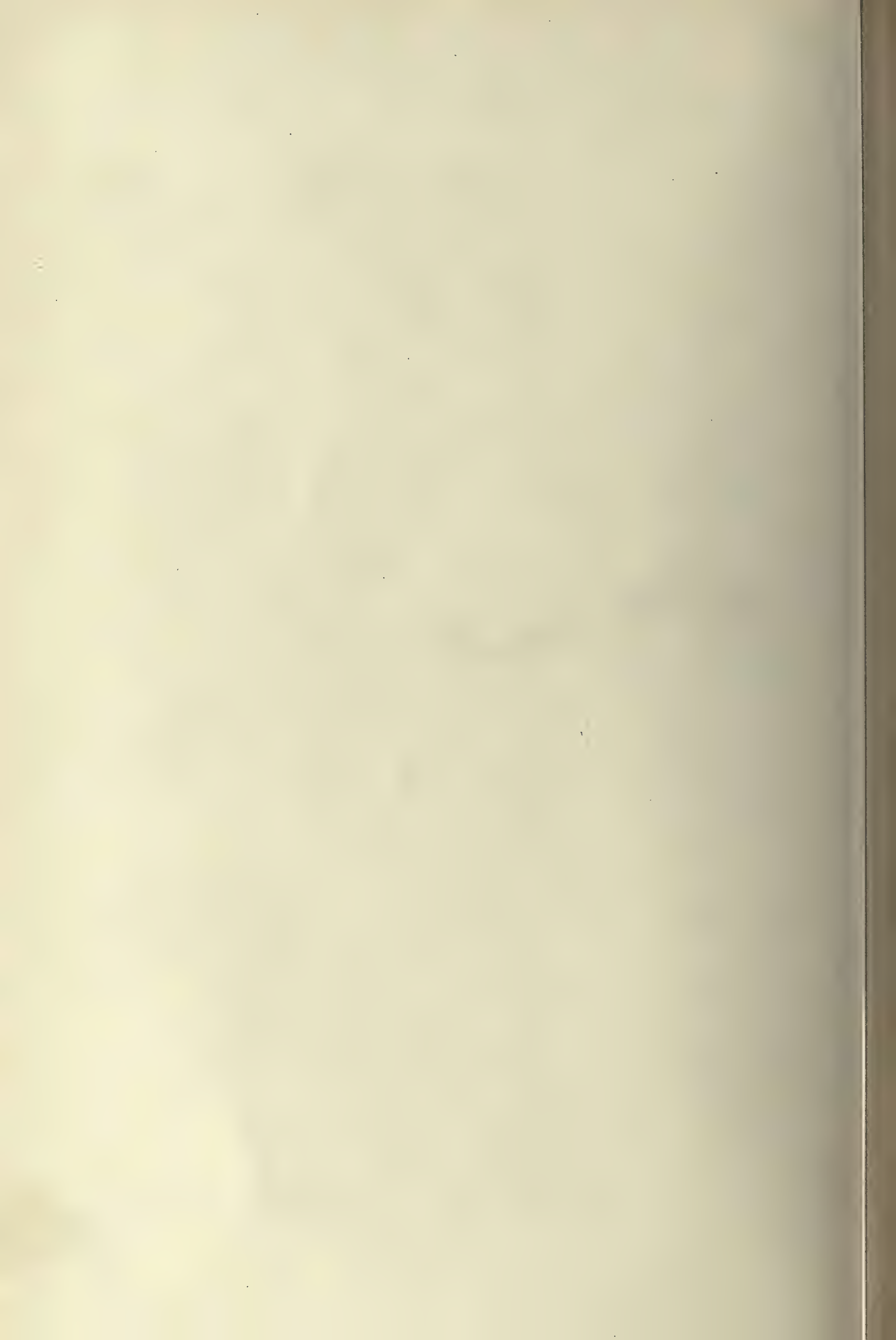


...krabbe, Kaempfferia kaempfferi de Haan. 1/10 natürlicher Größe. Aus Hesse-Doflein, „Tierbau und Tierleben", Band II. Leipzig 1914.

...e, Corystes cassivellaunus *Leach* (s. Tafel „Krebstiere III", 7 und 8, bei ...rdsee, die durch eine gar andere Eigentümlichkeit ausgezeichnet ist: sie gräbt ...her Schnelligkeit in den Sand ein und läßt dann aus ihm nur die Spitzen ...mengelegten äußeren Antennen herausschauen. Diese Antennen sind aber ...ng rinnenförmig und ...en zusammen eine Röhre, die der tief vergrabenen ...mwasser zuführt.

...hörige japanische Lat...llopsis bispinosa *Hend.* hat, nach Doflein, die ...nheit, beim Umherstel... ihre zwei hintersten Beine hoch emporgehoben wie ... benutzen. Eine ähnliche dortige Art hat an der Endklaue ihrer Balan... ...iederbesatz von S...nesborsten.

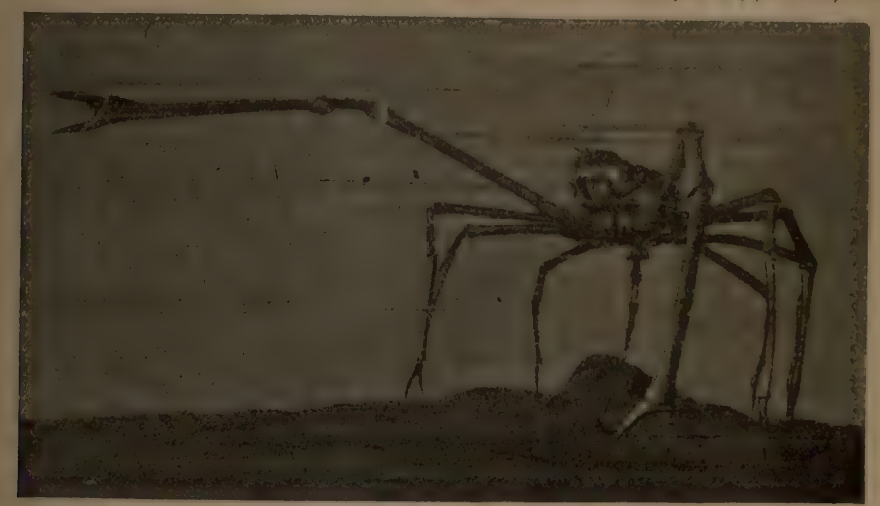
...pinnenform diese und ähnlicher langbeiniger Arten betrachtet Doflein ...asser. Davon überzeugten ihn unter anderem seine Beobachtungen ...enkrabbe, Kaempfferia kaempfferi *de Haan* (Macrochira), der ... Krebse nächst den vorweltlichen Gigantostraken, die bis ...den ers... Anblick", sagt Doflein in seiner „Ostasienfahrt", ...en Sch...n wie schreckliche Ungeheuer, und man denkt, sie



Fischmärkte der Küstenstädte am Mittelmeer zum Verkauf gebracht, meist in großen, locker geflochtenen Körben, in denen die rötlichen, etwa 11 cm langen Tiere einen scheinbar unentwirrbaren Knäuel der zottig behaarten Körper und Beine bilden. Sie sind besonders in den Garküchen für das niedere Volk geschätzt und bilden, in ihrer eigenen Schale geröstet und aufgetischt, eine schmackhafte Kost zum schwarzen Wein. Von dieser Krabbe wußte das Altertum allerlei wunderbare Dinge zu erzählen. Sie sollte außerordentlich klug, eine Musikliebhaberin sein; auch ist sie auf zahlreichen Münzen verewigt und prangte am Halsschmuck der Diana von Ephesus.

Übrigens sind weibliche Stücke von Pisa viel öfter bewachsen als männliche; Carrington führt das darauf zurück, daß die ersteren viel langsamer in ihren Bewegungen seien als diese und oft tagelang an einer Stelle sitzenblieben.

Zu den reinlichsten Arten gehören die Gespenstkrabbe, Stenorhynchus phalangium *Penn.* (rostratus), die im Mittelmeer, in der Nord- und westlichen Ostsee lebt, und die



Japanische Riesenkrabbe, Kaempfferia kaempfferi *de Haan.* 1/10 natürlicher Größe. Aus Hesse-Doflein, „Tierbau und Tierleben", Band II. Leipzig 1914.

Maskenkrabbe, Corystes cassivellaunus *Leach* (s. Tafel „Krebstiere III", 7 und 8, bei S. 698), der Nordsee, die durch eine ganz andere Eigentümlichkeit ausgezeichnet ist: sie gräbt sich mit erstaunlicher Schnelligkeit in den Sand ein und läßt dann aus ihm nur die Spitzen ihrer beiden zusammengelegten äußeren Antennen herausschauen. Diese Antennen sind aber durch ihre Befiederung rinnenförmig und bilden zusammen eine Röhre, die der tief vergrabenen Krabbe ständig Atemwasser zuführt.

Die hierhergehörige japanische Latreillopsis bispinosa *Hend.* hat, nach Doflein, die merkwürdige Gewohnheit, beim Umherstelzen ihre zwei hintersten Beine hoch emporgehoben wie Balancierstangen zu benutzen. Eine ähnliche dortige Art hat an der Endklaue ihrer Balancierbeine sogar einen Fiederbesatz von Sinnesborsten.

Die eigentümliche Spinnenform dieser und ähnlicher langbeiniger Arten betrachtet Doflein als geschaffen für stilles Wasser. Davon überzeugten ihn unter anderem seine Beobachtungen an der Japanischen Riesenkrabbe, Kaempfferia kaempfferi *de Haan* (Macrochira), der größten Krabben- und überhaupt Krebsart nächst den vorweltlichen Gigantostraken, die bis 5 m Spannweite erreicht. „Auf den ersten Anblick", sagt Doflein in seiner „Ostasienfahrt", „erscheinen sie mit ihren ungeheuren Scheren wie schreckliche Ungeheuer, und man denkt, sie

seien nahe imstande, einen badenden Menschen zu überfallen und zu bewältigen. Aber sie sind echte ‚Stillwasserformen‘, hilflos, sobald sie in das bewegte Wasser kommen, vollkommen unbeholfen und unfähig, ihren eigenen Körper zu tragen, sobald man sie aus dem Wasser an die Luft bringt. Meine Fischer haben sie wiederholt mit der Daboleine gefangen, und einmal konnten wir sie sogar lebendig bis zur Station bringen. Wir banden das Riesentier mit einer langen Schnur an einem der Bootsringe fest und ließen es in der Nähe des Ufers auf dem Meeresboden herumspazieren. Da marschierte es wie ein seltsamer Spuk, wie ein gespenstiger Wächter im grünen Wasser des Fjords umher, durch welches seine grellrot marmorierten Beine heraufschimmerten. Wenn aber der Wind die Wellen in leichte Bewegung setzte, vermochte es sich kaum aufrechtzuerhalten und schwankte haltlos hin und her.“ Der Vorteil der Seespinnenform aber liegt, wie wiederum Doflein hervorhob, in der Möglichkeit, im Schlamm oder auf Tierrasen zart und empfindsam aufzutreten.

Vierte Untergruppe: **Bogenkrabben** (Cyclometopa).

Zu den Bogenkrabben (Cyclometopa) zählt man die Familien mit breitem, vorn abgerundetem Kopfbruststück, wie es z. B. die auf S. 697 abgebildete Thalamita zeigt. Die meisten sind gute Schwimmer. Die Vorderfüße, nämlich die Scheren, sind sehr verlängert; dasjenige ihrer Armglieder, das die Schere oder Hand trägt, ist weit über die Seitenwand des Kopfbruststückes hinaus verlängert und am Vorderrande mit scharfen Stacheln besetzt. Auch das auf dem vorhergehenden sitzende Handglied ist ziemlich lang und nach außen mit Stacheln bewehrt. Die folgenden Fußpaare sind bedeutend kürzer, und das letzte Glied am zweiten, dritten und vierten Paare stielförmig und spitz. Beim letzten Fußpaar ist dagegen das letzte Glied in eine breite, ovale Platte umgewandelt.

Solche Schwimmfüße besitzen auch die Schwimmkrabbe, Portunus holsatus *Fabr.*, und ihre Gattungsgenossen in der Nordsee und im Mittelmeer. Einer dieser Krebse findet sich in Venedig häufig auf den großen Lidodämmen, den Murazzi, wo er auf die Mauer heraussteigt, auch am Fuße der Gebäude von Venedig und im Hafen von Triest. „Er ist“, sagt v. Martens der Ältere in seiner „Reise nach Venedig“, „außerordentlich flüchtig und stürzt sich, wenn man sich ihm nähert, gleich ins Meer, so daß ich ganze Stunden zubrachte, ohne von hundert einen fangen zu können. Schnitt ich ihm den Weg zum Meere ab, so verkroch er sich in den Fugen der Quadersteine, wozu ihn sein ganz flacher Körper vorzüglich geschickt macht; dann drohte er mit seiner scharfen Schere und ließ sich lieber solche abreißen, als sich aus seinem Schlupfwinkel herausziehen.“ Auch die übrigen Arten dieser Sippe sind sehr lebendige, pfiffige und, wenn es sein muß, tapfere Tiere. Geschickt wissen sie halb vorwärts, halb seitwärts zu schwimmen; die menschliche Hand können sie schmerzhaft kneifen, kampflustig und zänkisch sind sie in noch höherem Grade als manche Tiere aus ihrer Verwandtschaft, so daß stete Bewegung in einem mit ihnen besetzten Behälter herrscht. Portunidae, Schwimmkrabben, nennt man die Familie. Portunus puber *L.* ist die Samtkrabbe des Mittelmeeres, Callinectes sapidus *Rathb.* die eßbare Blaue Krabbe der atlantischen Küsten.

Bei den Taschenkrebsen (Cancridae) ist das Hinterbein nicht zum Schwimmfuß umgebildet, sondern hat ein spitzes Endglied. Bei der an allen europäischen Küsten, außer denen der Ostsee, und an der Ostküste Amerikas sehr gemeinen Strandkrabbe, Carcinus maenas *L.* (s. Tafel „Krebstiere III“, 4, bei S. 698), deren dreilappige, über die Augenhöhle vorspringende Stirn mit den dünnen, fünfzähnigen vorderen Seitenrändern eine Bogenlinie bildet, ist am letzten Fußpaar das letzte Glied zwar stark zusammengedrückt, aber schmal. Diese Art dürfte die

allergemeinste Krabbe der europäischen Meere sein. Nach älteren Angaben wurden von ihr vom Venezianischen aus jährlich allein nach Istrien, wo sie als Köder für die Sardellen benutzt wird, 139000 Fäßchen, jedes zu 80 Pfund, ausgeführt; 38000 Fäßchen Weibchen mit Eiern, jedes zu 70 Pfund, und 86000 Pfund weichschalige — die in Öl gebackenen Moleche sind ein Lieblingsgericht der Venezianer, und die masanetta, das Weibchen, wird höher geschätzt als der granzo, das Männchen — wurden jährlich in Venedig und auf dem festen Lande als Nahrungsmittel verkauft, und der Gesamterlös soll sich auf eine halbe Million venezianischer Lire belaufen haben. Der oben angeführte v. Martens sagt: „Vom Anfang des Frühlings bis spät in den Herbst werden alle Valle und Lagunen, selbst die Kanäle der Stadt von vielen Millionen dieser possierlichen Krabben belebt. Nähert man sich ihm, so läuft er mit großer Behendigkeit seitwärts über den nächsten Schlamm weg und vergräbt sich plötzlich in denselben. Wird ihm die Flucht unmöglich gemacht, so richtet er sich aufrecht in die Höhe, öffnet die Schere und schlägt solche mit Geräusch zusammen, bereit, sein Leben so teuer als möglich zu verkaufen. So gesellig er im freien Zustande ist, so kneipen sich doch die Gefangenen in kurzer Zeit fast alle Füße ab. In einem kühlen Zimmer habe ich ihn oft mehrere Tage als Stubentier herumlaufen lassen; der Sonne ausgesetzt, stirbt er aber schnell ab, so daß dieses das beste Mittel ist, ein Individuum für die Sammlungen ohne Verletzung zu töten."



Bogenkrabbe, *Thalamita spec.* Natürliche Größe.

Das Vorkommen und die Lebensweise der Strandkrabbe an der englischen Küste wird von Bell in folgender Weise geschildert: „Man findet sie überall zahlreich. Auf den sandigen Küsten bleibt sie regelmäßig bei der Ebbe zurück, indem sie sich unter Steinen verbirgt und, wenn sie gestört wird, entweder ihr natürliches Schutzdach in der zurückweichenden See eiligst zu gewinnen sucht oder sich hastig in den nassen Sand vergräbt. Sie ist jedoch keineswegs auf die sandigen Gestade beschränkt; oft fängt man sie im Schleppnetz auf ziemlich tiefem Grunde, doch zieht sie jene anderen Örtlichkeiten vor. Solche Lebensweise verlangt das Vermögen, längere Zeit außer Wasser zu bleiben; und wirklich ist das bei unserer Art der Fall, wenn sie auch nicht gleich den Landkrabben in großer Entfernung von der Küste leben kann.

„Sie wird von den niedrigen Volksklassen der Küste viel gegessen und wegen ihres feinen und angenehmen Geschmackes auch in großen Mengen auf den Londoner Markt gebracht. Sie nährt sich vorzugsweise vom Rogen der Fische, von Garnelen und anderen Krebsen, geht jedoch auch an tote Fische und überhaupt an tierische Stoffe. In der Tat pflegen die Fischerkinder sie zu fangen, indem sie ein Stück von den Eingeweiden eines Vogels oder Fisches als Köder an einer Leine auswerfen. Die Krabben gehen daran und werden in beträchtlicher Menge herausgezogen."

Ein dünnes, spitzes Klauenglied am letzten Fußpaar hat der Große Taschenkrebs, Cancer pagurus *L.*, der, weniger häufig im Adriatischen und Mittelmeer, ein desto bekannterer Bewohner der Nordseeküsten ist. Die wenig über die Augen hervorragende Stirn trägt jederseits drei gleichgroße stumpfe Zähne, worauf neun breite stumpfe Lappen des Seitenrandes folgen Die Körperfarbe ist oben bräunlich, unten lichter. Die Scherenfinger sind schwarz.

Der über 30 cm breit und mehr als 12 Pfund schwer werdende Große Taschenkrebs is eine der gemeinsten und wegen Größe und Wohlgeschmack gesuchtesten Krabben der Nordse und der englischen Küsten. Er zieht felsigen Grund dem sandigen Strande vor (s. Tafe „Krebstiere II“, 6, bei S. 676). Ergreift man einen, so kann man zwar leicht die mächtiger Scheren vermeiden, hat aber auch allen Grund dazu. Sein Fang wird namentlich in Englan sehr stark betrieben. Man bedient sich dazu eigentümlicher, aus Weiden geflochtener Körb mit oberer Eingangsöffnung, auf deren Boden die Lockspeise, wertlose Fische und dergleichen befestigt werden. Auf die herr schaftliche Tafel kommt diese Krab benart wohl verhältnismäßig sel ten, wer aber mit einem Helgo lander Fischer gut bekannt is etwa bei ihm wohnt, erhält leich einmal die namentlich bei alte Tieren sehr großen und an gutem stets etwas mürbem Fleisch reiche Scheren gekocht und mit den Hammer zerklopft vorgesetzt, wäh rend der Helgolander selber gern die fettigen Substanzen, die unte dem Rückenschilde des Krebse liegen, als besonders wohlschmeckend für sich behält. — Wir erwähnten schon die Bedeutun der „Knieper“, wie auf Helgoland die Krabben heißen, für den Hummerfang. Ein Schäd ling ist der Taschenkrebs für Bodenfische, namentlich Schollen, an denen man bisweilen di Narben von Scherenverwundungen erkennt.

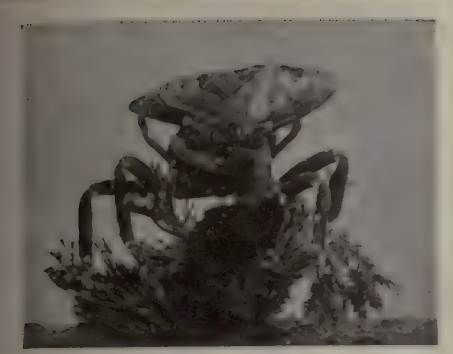

Großer Taschenkrebs, Cancer pagurus *L.* Junges Stück.

Verwandte Formen, Telphusidae oder Süßwasserkrabben, haben sich einem Aufent halt in süßem Wasser angepaßt, und eine Art, Potamon fluviatile *Rond.* (Telphusa; s. Tafe „Krebstiere III“, 5), ist in Italien, besonders in den Seen von Albani und Nemi, nicht selten Sie lebt im Wasser zwischen Baumwurzeln und Steinen, geht auch gern auf das Land, flüchte aber bei der geringsten Gefahr in ihr Urelement zurück. Den Fischern ist sie verhaßt, denn si frißt die gefangenen Fische im Netze an. Die frisch gehäuteten werden in Rom als granc teneri gern gegessen. Außer in Südeuropa kommt diese Art auch im Nil vor.

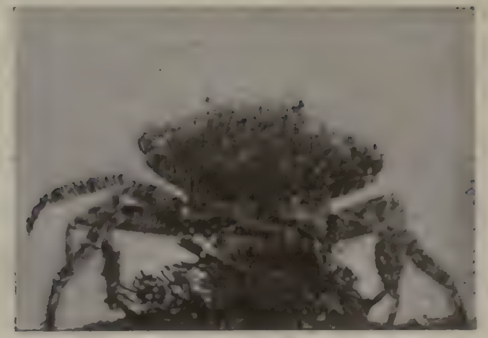
Fünfte Untergruppe: **Viereckkrabben** (Catometopa).

Die Schar der Viereckkrabben (Catometopa oder Quadrilatera) hat ein mehr ode weniger viereckiges, vorn quer abgestutztes Kopfbruststück. Zu ihr gehören auch eine Reih Landbewohner, und auch die übrigen leben zum Teil längere Zeit vom Wasser entfernt.

Obschon durch ihre mehr rundliche Gestalt abweichend, stimmen die Pinnotherida in einigen wesentlichen Einrichtungen der Mundwerkzeuge und Kiemenhöhle mit den übrige Viereckkrabben überein. Manche Arten leben frei, andere zwischen den Schalen verschiedene



1. Dorippe lanata *L.*
S. Müllegger-Hamburg phot. (S. 693.)



2. Wollkrabbe, Dromia vulgaris *M.-E.*
S. Müllegger-Hamburg phot. (S. 692.) $^2/_3$ nat. Gr.



3. Inachus scorpio *F.* S. Müllegger-Hamburg phot. (S. 694.) $^2/_3$ nat. Gr.



4. Strandkrabbe, Carcinus maenas *L.* Prof. W. Köhler-Tegel phot. (S. 696.) [illegible] nat. Gr.

Ein dünnes, spitzes Klauenglied am zten Fußpaar hat der Große Taschenkrebs, Cancer pagurus *L.*, der, weniger häufig in driatischen und Mittelmeer, ein desto bekannterer Bewohner der Nordseeküsten ist. Die wenig er die Augen hervorragende Stirn trägt jederseits drei gleichgroße stumpfe Zähne, worauf ne breite stumpfe Lappen des Seitenrandes folgen. Die Körperfarbe ist oben bräunlich, unten hter. Die Scherenfinger sind schwarz.

Der über 30 cm breit und mehr als Pfund schwer werdende Große Taschenkrebs ist eine der gemeinsten und wegen Größe un Wohlgeschmack gesuchtesten Krabben der Nordsee und der englischen Küsten. Er zieht felsi Grund dem sandigen Strande vor (s. Tafel „Krebstiere II", 6, bei S. 676). Ergreift an einen, so kann man zwar leicht die mächtigen Scheren vermeiden, hat aber auch allen Gr dazu. Sein Fang wird namentlich in England sehr stark betrieben. Man bedient sich da eigentümlicher, aus Weiden geflochtener Körbe mit oberer Eingangsöffnung, auf deren B n die Lockspeise, wertlose Fische und dergleichen, befestigt werden. Auf die herrschaftliche Tafel kommt diese Krabbenart wohl verhältnismäßig selten, wer aber mit einem Helgoländer Fischer gut bekannt ist, etwa bei ihm wohnt, erhält leicht einmal die namentlich bei alten Tieren sehr großen und an gutem, stets etwas mürbem Fleisch reichen Scheren gekocht und mit dem Hammer zerklopft vorgesetzt, während der Helgoländer selber gern die fettigen Substanzen, die unter dem Rückenschilde des Krebses liegen, als besonders wohlschmeckend für si behält. — Wir erwähnten schon die Bedeutung der „Knieper", wie auf Helgoland die Kr ben heißen, für den Hummerfang. Ein Schädling ist der Taschenkrebs für Bodenfische, mentlich Schollen, an denen man bisweilen die Narben von Scherenverwundungen erkennt



Großer Taschenkrebs, Cancer pagurus *L.* es Stück.

Verwandte Formen, Telphusidae od Süßwasserkrabben, haben sich einem Aufenthalt in süßem Wasser angepaßt, und eine A Potamon fluviatile *Rond.* (Telphusa; s. „Krebstiere III", 5), ist in Italien, besond in den Seen von Albani und Nemi, nich Sie lebt im Wasser zwischen Baumwurzeln d Steinen, geht auch gern auf das Lan aber bei der geringsten Gefahr in ihr Urele ent zurück. Den Fischern ist sie verh frißt die gefangenen Fische im Netze an. ie frisch gehäuteten werden in R teneri gern gegessen. Außer in Südeuro kommt diese Art auch im Nil

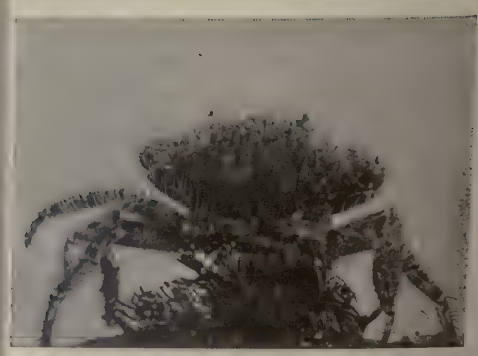
Fünfte Untergruppe: reckkrabben (Catometopa)

Die Schar der Viereckkrabben (Ca metopa oder Quadrila weniger viereckiges, vorn quer abgestutztes Kopfbruststück. u ihr Landbewohner, und auch die übrigen leben

Obschon durch ihre mehr rundliche in einigen wesentlichen Einrichtunge Viereckkrabben überein. Manche



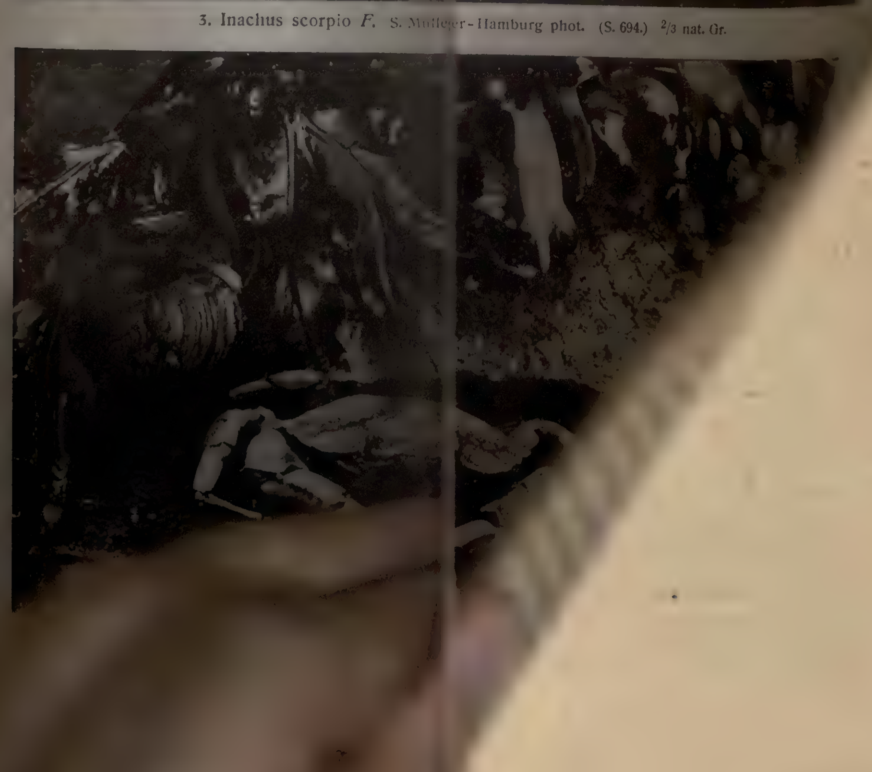
1. Dorippe lanata *L.*
S. Müllegger-Hamburg phot. (S. 693.)



2. Wollkrabbe, Dromia vulgaris *M.-E.*
S. Müllegger-Hamburg phot. (S. 692.) 2/3 nat. Gr.



3. Inachus scorpio *F.* S. Müllegger-Hamburg phot. (S. 694.) 2/3 nat. Gr.





5. Süßwasserkrabbe, Potamon fluviatile *Rond.* P. Schmalz phot. (S. 698.) Nat. Gr.



6. Bärenkrebs, Scyllarus arctus *F.*, kleines Stück. S. Müllegger-Hamburg phot. (S. 681.) $^1/_2$ nat. Gr.

7. Maskenkrabbe, Corystes cassivellaunus *Leach* (rechts unten bis auf die Antennen im Sand vergraben), zwischen Seerosen (Sagartia viduata). Prof. W. Köhler-Tegel phot. in der Kgl.

8. Maskenkrabbe, Corystes cassivellaunus *Leach*, von oben gesehen.
S. Müllegger-Hamburg phot. (S. 695.)

Seemuscheln. Ihre Hautbedeckung bleibt ziemlich weich und gewährt ihnen nicht hinreichenden Schutz, den sie daher im Schoße ihrer Freundinnen suchen müssen. Sogar als ein auf Gegenseitigkeit beruhendes Freundschaftsbündnis faßten die Alten das Verhältnis von Krebs und Muschel auf. Die Muschel sollte dem weichhäutigen Krebse Schutz gewähren, wogegen der mit guten Augen begabte Krebs sie rechtzeitig auf nahende Gefahren aufmerksam mache.

Die Art, die zur Sage Veranlassung gab, ist der sowohl in der Nordsee als im Mittelmeer lebende Muschelwächter, Pinnotheres veterum *Bosc.*, der sich vorzugsweise in der großen Steckmuschel aufhält, als deren Gastfreund wir oben auch eine Garnele kennengelernt hatten. Eine andere, Pinnotheres pisum *L.*, im Atlantischen Meer und in der Nordsee, liebt die Miesmuschel und Auster, schlägt jedoch gelegentlich ihre Wohnung auch in der Herzmuschel auf. Offenbar wechseln die Krabben ihr Quartier, gleich den Einsiedlerkrebsen, wenn der Raum ihnen zu eng wird; doch fand der englische Naturforscher Hyndeman einmal in einer noch nicht 3 Linien langen Herzmuschel einen solchen Gast, der mit ausgestreckten Beinen 3 Linien maß. Verwandte Formen wohnen im Endabschnitte des Darmes von Seeigeln, und ähnliche Verhältnisse gibt es in dieser Familie noch viele.



Winkerkrabbe, Uca cultrimana *Wh.* Nat. Gr. Nach Cuvier aus Bronn, „Klassen und Ordnungen des Tierreichs“, Band V.

Die Ocypodidae haben ein rhombisches oder rechteckiges Kopfbruststück und sehr langgestielte Augen. Die zweiten Antennen sind rudimentär. Viele gehen an Land. Die Weibchen der Winkerkrabben, Uca *Leach*, haben ganz schwarze Scheren, bei den Männchen aber ist eine Schere gewaltig entwickelt, und der Krebs bedient sich ihrer, um den Eingang zu seinem Erdloche zuzuhalten. Während die einen Arten der Gattung bloß das flache Ufer zu ihren Spaziergängen und Jagden benutzen, bekunden andere ihre Geschicklichkeit im Klettern. So erzählte Fr. Müller, der lange in Brasilien ansässig gewesene, hochverdiente Naturforscher, von einer allerliebsten, lebhaften Krabbe dieser Familie, die auf die Manglebüsche steigt und deren Blätter benagt. Mit ihren kurzen, ungemein spitzen Klauen, die wie Stecknadeln prickeln, wenn sie einem Menschen über die Hand läuft, klettert sie mit großer Behendigkeit die dünnsten Zweiglein hinauf. Derselbe Forscher hat sehr genau die eigentümlichen Vorrichtungen studiert, durch die es diesen, ihrem eigentlichen Element entrückten Tieren möglich wird, in der Luft auszuharren. Manche können etwas Wasser in ihrer Kiemenhöhle mit aufs Land nehmen. Statt daß das Wasser, aus der Kiemenhöhle austretend, abfließt, verbreitet sich die austretende Wasserwelle in einem feinen Haarnetz des Panzers und wird durch angestrengte Bewegungen des in der Eingangsspalte spielenden Anhanges der äußeren Kieferfüße der Kiemenhöhle wieder zugeführt. Es hat sich, während es in dünner Schicht über den Panzer hingleitet, wieder mit Sauerstoff sättigen können, um dann aufs neue zur Atmung zu dienen. „In recht feuchter Luft“, sagt unser Gewährsmann, „kann der in der Kiemenhöhle enthaltene Wasservorrat stundenlang vorhalten, und erst, wenn er zu Ende geht, hebt das Tier seinen Panzer, um von hinten her Luft zu den Kiemen treten zu lassen.“ Dann atmen diese Krabben also wirklich Luft, gleich den schnellfüßigen Sandkrabben (Ocypode *Fabr.*) am Mittelmeer und Atlantischen Ozean, ausschließlichen Landtieren, die sich im Wasser

kaum einen Tag lebend erhalten, vielmehr weit früher schon in einen Zustand gänzlicher Erschlaffung verfallen und alle willkürlichen Bewegungen einstellen. Auch sie lassen durch eine sehr verborgen liegende, verschließbare Öffnung die Luft von hinten her in die Atemhöhle treten.

Hier wie in früheren Fällen übergehen wir manche Familie. Das Leben der Landkrabben (Gecarcinidae) wird von dem vielgereisten Pöppig so geschildert: „Vorzugsweise bewohnen sie feuchte, schattige Wälder, verbergen sich unter Baumwurzeln oder graben auch Löcher von ansehnlicher Tiefe. Manche verlassen die halbsumpfigen Niederungen in der Nähe des Meeres nicht, andere leben in ziemlicher Entfernung von demselben und sogar auf steilen, felsigen Bergen. Auf den ganz wasserlosen, mit niedrigem Buschwalde bedeckten, sonst aber von Pflanzenerde fast entblößten Kalkfelsen Kubas finden sich während acht Monaten des Jahres große Landkrabben, die, im dürren Laube raschelnd, die einsamen Fußgänger erschrecken können und, entdeckt, sich mutig zur Wehr stellen. Man beobachtet sie nur einzeln, wenn auch häufig; denn Gesellschaftstrieb empfinden sie nur zur Zeit der Fortpflanzung. Gar nicht selten nisten sie sich ein an sehr unreinlichen Orten, neben den Kloaken der Landgüter und besonders gern auf Friedhöfen. Daß sie zu oberflächlich verscharrten Leichnamen sich einen Weg bahnen und dieselben benagen, glaubt man in Westindien allgemein und wohl mit vollem Rechte. Daher hat auch der Abscheu, den ziemlich alle Volksklassen gegen sie als Speise äußern, einen triftigen Grund. Die Gemeine Landkrabbe, Gecarcinus ruricola *L.*, wird auf allen Inseln Westindiens und an den Küsten des nahen Festlandes angetroffen. Einmal im Jahre verläßt sie ihren, eine bis zwei Wegstunden von der Küste entfernten Aufenthalt und zieht nach dem Meere. Im Februar bemerkt man die ersten dieser Wanderer, die zwar immer mehr an Zahl zunehmen, indessen jene dichtgedrängten Scharen niemals bilden, von denen ältere Reisebeschreiber sprechen. Der Zug dauert bis in den April. Am Strande angekommen, überlassen sich die Landkrabben zwar den Wogen, vermeiden aber alle Orte, wo diese heftig branden, und verweilen überhaupt niemals lange im Wasser. Sie ziehen sich aus demselben zurück, sobald die Eier, die, mit einem zähen Leim angeklebt, die Unterseite des Hinterleibes des Weibchens zahlreich bedecken, abgewaschen sind. Im Mai und Juni treten sie die Rückreise an und sind dann durchaus nicht genießbar, denn einerseits ist das Muskelfleisch sehr geschwunden, und außerdem hat die große Leber, die bei allen Krabben und Krebsen den einzigen genießbaren Teil des Bruststückes darstellt, ihre sonstige Schmackhaftigkeit mit einer scharfen Bitterkeit vertauscht, dabei aber an Umfang außerordentlich zugenommen. Einige Wochen reichen zur Erholung hin; gegen Mitte August verbirgt sich die Landkrabbe in einer mit totem Laube wohlausgefütterten Höhle, verstopft den Zugang mit vieler Vorsicht und besteht die Häutung, die etwa einen Monat zu erfordern



Sandkrabbe, Ocypoda *Fabr.* Natürliche Größe.

scheint. Mit rot geaderter, sehr dünner und höchst empfindlicher Haut überzogen, wird die Krabbe bis Anfang September in ihrem Verstecke aufgefunden und dann als feine Speise von vielen betrachtet. Von neuem mit festem Panzer bekleidet, wagt sie sich hervor, indessen mehr bei Nacht als am Tage, und wird gradweise fetter bis Januar, wo die schon beschriebenen Veränderungen wieder eintreten. Brown versichert in seiner ‚Naturgeschichte von Jamaica', daß die Gutschmecker jener Insel diese zur rechten Zeit gefangene und zweckmäßig bereitete Landkrabbe als die leckerste aller Verwandten betrachtet haben, und daß sie diese Anerkennung in Wahrheit verdiene."

Die einzelnen Kiemenblättchen dieser Krabbe werden nach den Untersuchungen von Johannes Müller durch besonders harte Fortsätze auseinandergehalten, so daß sie nicht zusammenkleben, wodurch natürlich das Atmen in der Luft in Frage gestellt werden würde.

Die bemerkenswerte Tatsache, daß unter den Malakostraken eine nicht ganz geringe Zahl ans Land geht, so sehr auch die in Frage kommenden Gruppen, die Asseln, Flohkrebse, Mittelkrebse und Krabben, eigentlich Wassertiere sind, könnte im Sinne der oben (S. 638), wenn auch natürlich nicht vorbehaltlos, vorgetragenen Simrothschen Hypothese eines urzeitlichen Landlebens des ganzen Krebsstammes soviel bedeuten, daß die Krebse auch in ihren am wenigsten ursprünglichen Formen heute noch wissen, woher sie kamen, oder, um nicht bildlich, sondern rein tatsächlich die daraus folgende Lehre auszudrücken, daß der Krebsorganismus zur Anpassung ans Land nicht so ganz ungeeignet erscheint. Die Krebse stehen darin doch offenbar ganz anders da als namentlich Zölenteraten oder Echinodermen. Die einzige größere Schwierigkeit bei landlebigen Krebsen scheint die Frage der Atmung zu sein, für die in jedem Falle irgendwie Rat geschaffen werden mußte.

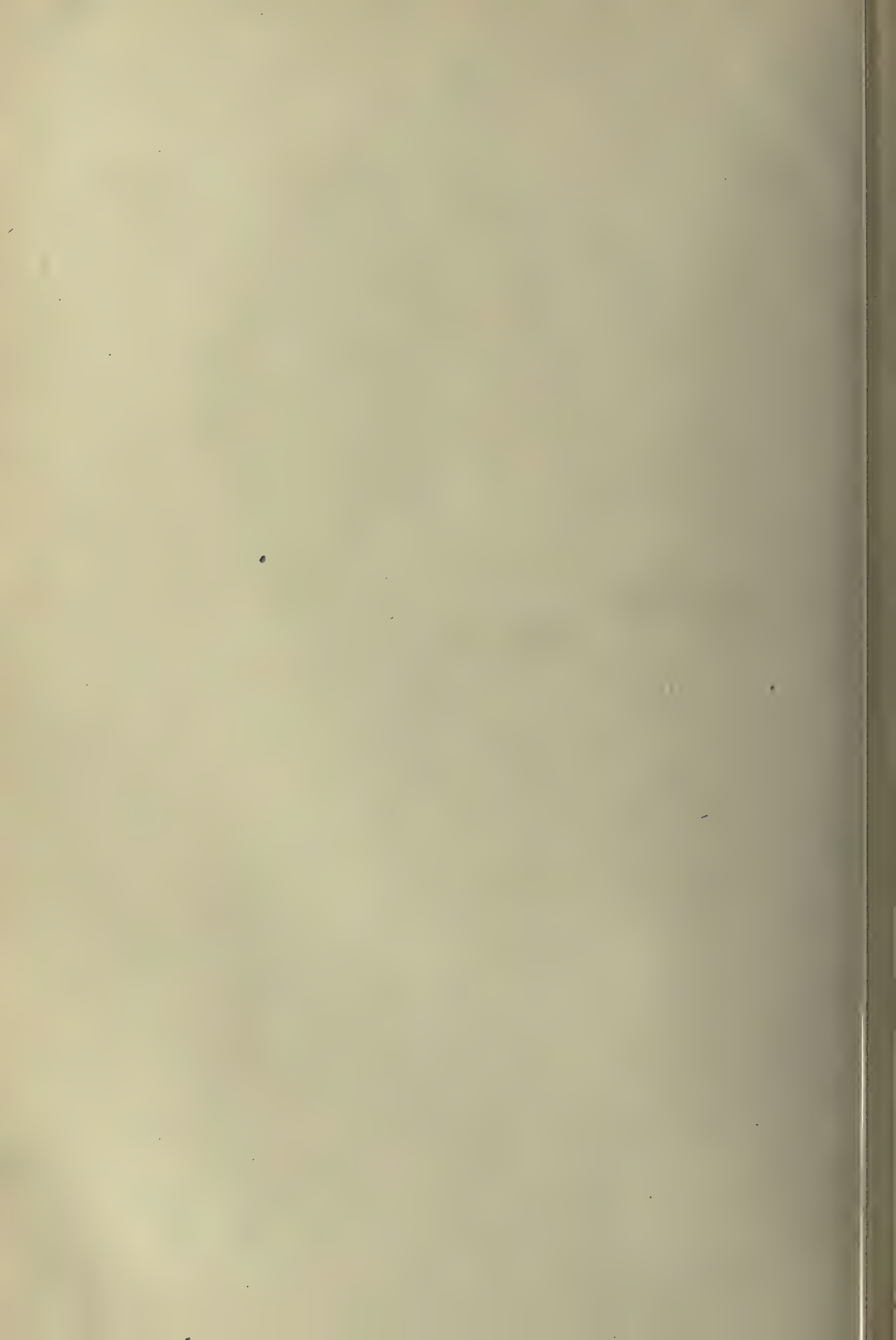
Sachregister.

Namenregister.

Druck vom Bibliographischen Institut in Leipzig.



Bibliographisches Institut in Leipzig



VERBREITUNG WICHTIGER NIEDERER TIERE.



